corso di
RADIOTECNICA

pubblicazione settimanale - 26 nov. - 3 dic. 1960 - un fascicolo lire 150 **9°** numero

corso di
RADIOTECNICA

settimanale a carattere culturale

Direzione, Amministrazione, Pubblicità:
Via dei Pellegrini 8/4 - Telef. 593.478

MILANO

Ogni fascicolo — contenente 3 lezioni — costa lire 150, acquistato alle edicole.

Se l'edicola risulta sprovvista, o si teme di rimanere privi di qualche numero, si chieda invio settimanale direttamente al proprio domicilio a mezzo abbonamento.

Il versamento per ricevere i 52 fascicoli costituenti l'intero Corso è di lire 6500 + I.G.E. = lire 6630. A mezzo vaglia postale, assegno bancario, o versamento sul conto corr. postale 3/41.203 del « Corso di RADIOTECNICA » - Via dei Pellegrini 8-4 - Milano.

In ogni caso, scrivere in modo molto chiaro e completo il proprio indirizzo.

L'abbonamento può essere effettuato in qualsiasi momento; si intende comprensivo delle lezioni pubblicate e dà diritto a ricevere tali lezioni, che saranno inviate con unica spedizione.

Estero: abbonamento al Corso, Lit. 8.500. ($ 15). Numeri singoli Lit. 300 ($ 0,50).

Per i cambi di indirizzo durante lo svolgimento del Corso, unire lire 100, citando sempre il vecchio indirizzo.

Fascicoli singoli arretrati — se disponibili — possono essere ordinati a lire 300 cadauno.

Non si spedisce contrassegno.

Distribuzione alle edicole di tutta Italia: Diffus. Milanese . Via Soperga, 57 - Milano.

Direttore responsabile: Giulio Borgogno.

Autorizzaz. N. 5357 - Tribunale di Milano.

Stampa: Intergrafica S.r.l. - Cologno Monzese.

La Direzione non rivende materiale radio; essa può comunicare, se richiesta, indirizzi di Fabbricanti, Importatori, Grossisti ecc. in grado di fornire il necessario ed ai quali il lettore può rivolgersi direttamente.

Alla corrispondenza con richiesta di informazioni ecc. si prega allegare sempre il **francobollo per la risposta.**

Parte del testo e delle illustrazioni è dovuta alla collaborazione del Bureau of Naval Personnel, nonchè al Dept of the Army and the Air Force - U.S.A.

A chi può essere utile questo Corso? Anzitutto — stante la sua impostazione — il Corso, basato sull'esposizione in forma a tutti accessibile, della radiotecnica, dai suoi elementi basilari alla evoluzione più recente, rappresenta la forma ideale per tutti coloro che intendono dedicarsi all'elettronica, sia come forma ricreativa sia — soprattutto — per l'acquisizione di una professione specializzata che possa procurare loro una posizione di privilegio in seno alla società odierna.

Anno per anno, la nostra civiltà si indirizza sempre più verso questa meravigliosa, si potrebbe dire fascinosa, elettronica, che nel modo più evidente consente sviluppi impensati, progressi grandiosi e una rapida evoluzione di tutti gli altri rami dello scibile che essa tocca e influenza.

L'industria, tutta l'industria, nel senso più ampio, da quella elettrotecnica a quella meccanica, alla metallurgica, alla chimica ecc., con i suoi laboratori di ricerca e le sue fabbriche richiede, e richiederà sempre più, con un ritmo rapidamente crescente, tecnici specializzati con conoscenza dell'elettronica, tecnici specificatamente elettronici e persino operai e impiegati di ogni ordine e categoria con cognizioni di elettronica.

Si può dire che anche le branche commerciali, quelle dei trasporti e persino quelle amministrative con le recenti introduzioni delle calcolatrici, abbisognano di personale che conosca i principi dell'elettronica, le macchine relative, il loro pieno sfruttamento, la eventuale riparazione ecc. e, quanto più in modo completo, quanto meglio.

Nasce, da una tale situazione, una logica conseguenza: per la scelta di una professione o di un mestiere, per un miglioramento della propria posizione sociale, per l'intrapresa di una libera attività o anche per la sola acquisizione di cognizioni che indubbiamente verranno oltremodo utili, è quanto mai opportuno riflettere se non sia conveniente dedicare un po' di tempo allo studio di questa scienza che ha tra l'altro il pregio di rendersi immediatamente attraente, concreta, accessibile e foriera di moltissime soddisfazioni.

A questo scopo appunto, e con questi intenti, è stato redatto questo Corso.

Non mancano invero altri corsi (specie per corrispondenza) o scuole di radiotecnica, nè mancano (sebbene siano in numero del tutto inadeguato) scuole statali o pareggiate ma la struttura e l'impostazione che caratterizzano queste 156 lezioni sono alquanto particolari, presentando non pochi vantaggi sulle diverse altre forme di cui si è detto.

Anzitutto vogliamo porre in evidenza **il fattore economico.**

Frequentare regolarmente, durante tutto l'anno, una scuola è certo il modo più logico — anche se non il più rapido — per apprendere ma, tralasciando il fatto che rarissimi sono gli Istituti di radiotecnica, è a tutti possibile dedicarsi esclusivamente, e per l'intero anno, allo studio? Noi riteniamo che chi può farlo costituisca oggi assai più l'eccezione che la regola. Ciò significa infatti poter disporre liberamente del proprio tempo senza avere la necessità di un contemporaneo guadagno: il nostro Corso permette a chiunque di studiare a casa propria, nelle ore libere dal lavoro, senza abbandonare o trascurare quest'ultimo. Ciò caratterizza invero anche altri corsi, ma il vantaggio economico diviene notevole ed evidentissimo se si considera che di fronte all'esborso, anche se rateale, di quasi 80.000 lire che i corsi per corrispondenza richiedono, seguendo il nostro Corso la spesa in un anno risulta di poco più di 7500 lire (150 lire alla settimana presso un'edicola) o di 6630 lire totali, con recapito postale, settimanale, delle lezioni a domicilio.

E' superfluo dire che la Modulazione di Frequenza, i transistori, i circuiti stampati, la trasmissione, il telecomando ecc. sono argomenti integrali del Corso e non costituiscono motivo di corsi speciali, aggiunti o particolari.

Le lezioni di questo Corso — a differenza di molte altre — non sono stampate con sistemi di dispensa, a ciclostile, o con sistemi più o meno analoghi, derivanti cioè da un originale battuto a macchina da scrivere; esse sono stampate in uno stabilimento grafico con chiari caratteri tipografici da cui deriva una assai più agevole lettura e — fattore certamente di non secondaria importanza — un contenuto molto più ampio, corrispondendo una pagina a stampa a tre o quattro pagine di quelle citate. Il lettore avrà, alla fine del Corso, un volume di ben 1248 pagine di grande formato!

Chiunque, indipendentemente dall'età, dalla professione e dalle scuole compiute **può seguire il Corso.** Alle esposizioni teoriche si abbinano numerose, attraenti, istruttive ed utili descrizioni che consentono la realizzazione di ricevitori, amplificatori, strumenti vari e persino di trasmittenti su onde corte.

A questo proposito è sintomatico il fatto che la Direzione non vuole assolutamente assumere la fisionomia di un fornitore o commerciante di materiale radio, rivendendo agli allievi le parti necessarie. Il materiale occorrente l'interessato può acquistarlo dove e come meglio crede e, assai spesso anzi, già ne dispone. Viene così evitato l'acquisto forzoso, caratteristico più o meno di tutti gli altri corsi.

Anche chi è già radiotecnico, anche chi ha seguito o segue altri corsi troverà il massimo tornaconto in questo completo ed aggiornato lavoro. Molte nozioni, è logico, saranno note, altre un po' meno e sarà utile rinfrescarle, e il tutto infine costituirà un manuale di consultazione, prezioso tanto per la teoria esposta quanto per i numerosi schemi, per le tabelle, per i grafici, gli elenchi, i dati, il vocabolario dei termini ecc.

Concludendo, si può affermare che questo **Corso di Radiotecnica** oltre che come insegnamento graduale si presenta come **enciclopedia e rivista assieme** ciò che permette di formare — con modestissima spesa — **il più completo, ricco, utile e pratico volume di radiotecnica di cui sia dato oggigiorno disporre.**

GLI OHMETRI

L'ohmetro è uno strumento che indica il valore di resistenza di un singolo elemento di circuito — o addirittura di un intero circuito complesso — su una scala preventivamente tarata in ohm. L'ohmetro viene spesso utilizzato anche per un impiego più corrente e richiedente minore precisione: la semplice verifica della continuità di un circuito oppure un accertamento del cosiddetto « corto circuito ». Opportunamente modificato può servire infine anche per effettuare misure approssimative di capacità.

Esso è perciò, come si può intuire, uno degli strumenti basilari della radiotecnica, evidentemente della medesima importanza del voltmetro e dell'amperometro ai quali — come vedremo — spesso si unisce.

L'ohmetro consiste in sintesi, in uno strumento sensibile, in una sorgente di bassa tensione a c.c., ed in varie resistenze limitatrici di corrente. Il primo è generalmente un milliampèrometro o microampèrometro convenzionale del tipo a bobina mobile; la tensione viene fornita di solito da una pila contenuta nella cassetta dello strumento stesso o ad esso collegata.

I valori resistivi in uso nelle apparecchiature elettroniche variano da frazioni di ohm a diversi milioni di ohm (Megaohm = Mohm). La maggior parte degli ohmetri perciò è costruita in modo da coprire un certo numero di gamme — dai valori più bassi a quelli più alti — collegando opportunamente varie resistenze limitatrici nel circuito. Le diverse gamme possono essere poi scelte mediante il collegamento dei puntali (terminali o cavi di prova) ad opportune boccole, oppure mediante la rotazione di un apposito commutatore; in quest'ultimo caso due sole boccole sono sufficienti a tutte le misure, in quanto comuni a tutte le portate.

La scala dello strumento può essere tarata in modo da avere dei valori determinati per ogni portata, oppure si può avere un'unica scala i cui valori devono essere moltiplicati per un determinato fattore a seconda della portata scelta.

OHMETRO in SERIE

Nel circuito ohmetrico basilare della **figura 1**, si notano una batteria da 4.5 volt, una resistenza variabile *Ra*, ed una resistenza fissa *Rb* collegate in serie ad un milliampèrometro. I due collegamenti (puntali) contrassegnati *P1* e *P2* rappresentano i terminali di prova che devono essere portati in contatto con i capi della resistenza da misurare, *Rx*. Lo strumento ha una portata da 0 a 1 mA a fondo scala: ciò vuol dire, come ben sappiamo, che il suo indice compie una deflessione completa con una corrente di 1 mA. La sua resistenza interna è di 50 ohm. La resistenza fissa *Rb* limita il passaggio della corrente ed è collocata nel circuito allo scopo di evitare danni allo strumento; in mancanza di questa infatti, se la resistenza variabile *Ra* fosse portata ad un valore basso, ossia di pochi ohm, il passaggio di corrente potrebbe essere eccessivo all'atto della chiusura del circuito attraverso i puntali.

La resistenza variabile *Ra* ha il compito di regolare la resistenza totale in serie al circuito in modo da permettere il passaggio di una corrente di 1 mA esatto quando i puntali vengono cortocircuitati; ciò nel nostro caso avviene quando la resistenza totale in serie ammonta a 4.500 ohm (infatti 4.5 volt : 4.500 ohm = 1 mA). Nel circuito illustrato la resistenza interna dello strumento è, come si è detto, di 50 ohm, il valore di *Rb* è di 4.000 ohm, ed *Ra* — il cui valore massimo è di 1.000 ohm — viene regolata al valore di 450 ohm, in modo da ottenere una resistenza totale di 4.500 ohm, il che permette la completa deflessione dell'indice all'atto della chiusura del circuito.

Quando i puntali vengono messi in contatto tra loro, la corrente scorre nel circuito e l'indice dello strumento ovviamente si sposta lungo la scala. Detta corrente può essere regolata mediante una manopola posta sul pannello frontale dello strumento, agendo sulla quale si fa coincidere in maniera esatta l'indice col fondo scala; per questo motivo detta manopola è contrassegnata « regolazione zero ». Tale posizione dell'indice corrisponde al valore di resistenza « zero », dato che i due puntali di prova si trovano tra loro in corto circuito. Da ciò si può dedurre che, nel circuito dell'ohmetro in serie, i valori di resistenza piu bassi sono verso la fine della scala, mentre i più alti sono in principio.

Con l'invecchiamento della batteria, la sua tensione diminuisce; in questo caso si provvede a riportare a zero l'indice mediante la medesima *Ra*, in quanto, riducendone il valore, si riduce la resistenza totale in serie. Questa resistenza di taratura, o di regolazione, o di azzeramento, può essere collegata sia in serie che in parallelo allo strumento; in quest'ultimo caso essa è connessa in serie ad un'altra resistenza fissa, mentre entrambe a loro volta sono in parallelo allo strumento. Per ottenere la massima precisione nella misura di resistenza mediante l'ohmetro, è opportuno effettuare l'azzeramento immediatamente prima di ogni misurazione.

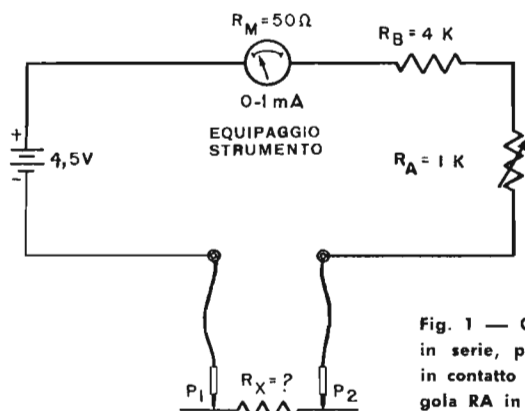



Fig. 1 — Circuito base, del tipo in serie, per ohmetro. Portando in contatto tra loro P_1 e P_2 si regola RA in modo che la corrente ad RM sia esattamente 1 mA.

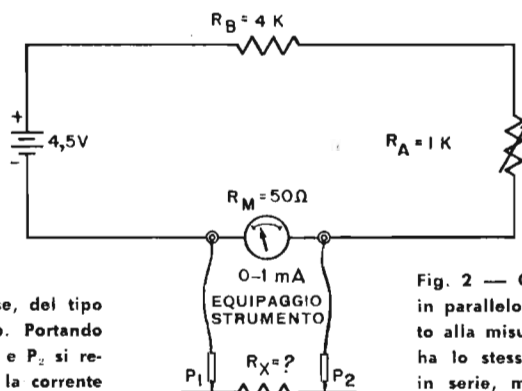



Fig. 2 — Circuito base, del tipo in parallelo, per ohmetro. È adatto alla misura di valori bassi. RA ha lo stesso scopo che nel tipo in serie, ma per la regolazione P_1 e P_2 devono essere isolati.

Dopo aver regolato l'ohmetro per una deflessione fino a fondo scala, i puntali vengono separati e l'indice ritorna così alla sua posizione di riposo a sinistra della scala. Quando i puntali vengono collegati ai capi di una resistenza di valore incognito, la stessa risulta inserita in serie al circuito: la corrente viene ulteriormente limitata, e l'indice non raggiunge più il fondo scala. Se il valore della resistenza sotto prova Rx è eguale a quello totale delle resistenze già presenti nel circuito, l'intera resistenza viene ad assumere il valore di 4.500 + 4.500, ossia 9.000 ohm. In questo caso la corrente che scorre nel circuito diventa ($I = E : R$, ossia 4,5 : 9.000) pari a 0,0005 ampère vale a dire 0,5 milliampère. Questo valore è esattamente la metà di quello necessario per la completa deflessione: l'indice si porta di conseguenza al centro della scala.

Quando si esegue la taratura della scala dello strumento illustrato nella figura 1, il punto centrale della stessa viene contrassegnato col valore di 4.500 ohm. Se il valore di Rx è pari al doppio di quella del circuito dell'ohmetro, la resistenza totale risulta triplicata: la corrente si riduce allora ad un terzo del valore massimo. In questo caso l'indice si sposterà per un terzo della scala, e tale punto verrà contrassegnato con 9.000 ohm, pari ad Rx.

Tutti i punti della scala dell'ohmetro possono essere individuati comodamente mediante la formula:

$$Rx = Rc \left(\frac{I1 - I2}{I2} \right)$$

nella quale

Rx = resistenza incognita.

Rc = resistenza totale con puntali cortocircuitati.

$I1$ = corrente totale con puntali cortocircuitati.

$I2$ = corrente ottenuta quando Rx viene collegata in serie.

Ad esempio, troviamo il valore di Rx quando l'indice indica una corrente di 0,25 mA attraverso il circuito ohmetrico.

$$Rx = 4.500 \left(\frac{1 - 0{,}25}{0{,}25} \right) = 13.500 \text{ ohm}$$

Mediante l'uso di questa formula è possibile **tarare** l'intera scala per leggere il valore di una resistenza incognita connessa ai puntali, direttamente in ohm. I valori di resistenza aumentano progressivamente da destra a sinistra, ossia dalla massima alla minima deflessione.

Il circuito dell'ohmetro in serie non può essere impiegato per misurare accuratamente la bassa resistenza di bobine, di impedenze e di avvolgimenti di trasformatori, il cui valore è spesso inferiore a 5 ohm, in quanto tali valori sono talmente vicini nell'estremità destra della scala dello strumento, che sarebbe praticamente impossibile distinguerli. Vediamo di confermare con un esempio pratico quanto detto ora, facendo ricorso alla formula di taratura enunciata precedentemente.

Supponiamo infatti, che la scala dello strumento abbia 10 divisioni, con le medesime caratteristiche del circuito della figura 1: con una deviazione da parte dell'indice di 9/10 della scala — ossia con una deviazione di 1/10 rispetto al valore di zero ohm — la corrente ammonta a 0,9 milliampère. Usando la formula di taratura per determinare il valore ohmico corrispondente a tale lettura, abbiamo

$$Rx = Rc \left(\frac{I1 - I2}{I2} \right) = 4.500 \left(\frac{1 - 0{,}9}{0{,}9} \right) = 500 \text{ ohm}$$

Se una resistenza di 500 ohm provoca una deflessione dell'indice di 9/10 della intera scala, tutti i valori inferiori a 500 ohm devono essere contenuti nello spazio occupato da 1/10 della scala; risulta allora evidente che non è possibile leggere valori molto bassi col semplice circuito in serie, ed è perciò necessario ricorrere ad altri circuiti.

OHMETRO in PARALLELO

Mediante il circuito dell'ohmetro in parallelo o in derivazione (vedi **figura 2**), è possibile misurare accuratamente valori resistivi bassi. In questo caso la resistenza di valore incognito viene collegata in parallelo allo strumento; una parte della corrente che percorre il circuito passa attraverso Rx e viene di conseguenza ridotta contemporaneamente la deflessione dell'indice. La corrente che passa nella bobina mobile dello strumento dipende dal rapporto tra la resistenza interna dello stesso, ed il valore di Rx; quando il primo valore è noto, Rx può essere determinata dalla formula:

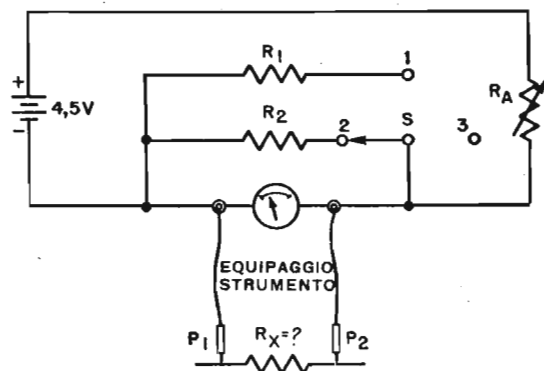



Fig. 3 — Circuito per ohmetro del tipo in parallelo, con 3 portate. A seconda della posizione del commutatore S la corrente che perviene allo strumento varia in quanto su due portate una parte viene assorbita o da R_1 o da R_2: ne consegue un minore spostamento dell'indice. Azzerando sempre con RA (puntali isolati) si ha possibilità di lettura di valori più bassi.

$$Rx = Rm \left(\frac{I1}{I1 - I2}\right)$$

nella quale

Rx = resistenza incognita.

Rm = resistenza interna dello strumento (bobina mobile).

I1 = corrente dell'ohmetro (con *Rx* esclusa).

I2 = corrente nell'ohmetro (con *Rx* in circuito).

Tenendo i puntali di prova isolati tra loro, si regola *Ra* fino ad avere la massima deflessione dell'indice, ossia fino ad avere nel circuito la corrente di 1 milliampère.

I puntali vengono quindi collegati ai capi di *Rx* (figura 2), la quale viene così a trovarsi in parallelo al milliampèrometro: in tal modo la corrente che attraversa quest'ultimo, come abbiamo accennato, si divide in due parti. La corrente presente nello strumento è direttamente proporzionale al valore di *Rx*, ed il risultato consiste in una riduzione della deflessione dell'indice.

Ad esempio, se il valore di *Rx* è eguale a quello dello strumento stesso, ossia 50 ohm, si realizza il caso di due resistenze eguali in parallelo tra loro; la corrente si divide in due parti eguali, l'indice si porta al centro della scala indicando 0,5 mA, il quale valore corrisponde perciò al valore ohmico di 50 ohm.

Tutta la scala può essere tarata o, come si suol dire anche, calibrata, con l'aiuto della formula sopra riportata. Il valore di resistenza indicato aumenta progressivamente da sinistra a destra, coincidendo il suo massimo con l'intera deflessione. Ciò è un comportamento evidentemente contrario a quello già visto, del circuito in serie, di cui alla figura 1.

Il fatto che la resistenza interna dello strumento venga « shuntata » da *Rx* ha un effetto trascurabile sulla resistenza totale del circuito, poichè il valore risultante ai capi dello stesso è sempre inferiore a 50 ohm — per qualsiasi valore di *Rx* — ed una variazione di meno 50 ohm in un circuito in serie avente una resistenza totale di 4.500 ohm costituisce una frazione ben piccola del valore totale. Pur provocando così un aumento della corrente totale, esso è talmente basso da poter essere considerato trascurabile agli effetti pratici.

La gamma utile della scala di un ohmetro analogo a quello descritto ed illustrato nella figura 2, è compresa all'incirca tra 5 e 400 ohm. I valori inferiori o superiori a tali estremi sono difficili da leggere con precisione in quanto sono troppo vicini tra loro, alle estremità della scala.

Nell'eventualità che occorra una maggior precisione per valori bassi di *Rx,* detta scala può essere estesa collegando in parallelo allo strumento altre resistenze di determinato valore, con le quali è possibile ottenere varie gamme di valori bassi. La gamma desiderata viene scelta collegando in circuito lo « shunt » appropriato, sia mediante boccole separate che mediante un apposito commutatore.

In tal modo è possibile ottenere letture di valori anche nella gamma delle frazioni di ohm con una certa precisione, in quanto una portata con estremi bassissimi può essere estesa sull'intera scala dello strumento.

La **figura 3** illustra un ohmetro in parallelo con tre portate ohmetriche di valori bassi. In esso, quando il commutatore si trova nella posizione neutra *3,* la resistenza incognita *Rx* viene collegata direttamente in parallelo allo strumento. Ciò determina una portata massima di 400 ohm, come nella figura 2. Quando invece il commutatore viene portato in posizione *1, R1* viene collegata in parallelo allo strumento ed assorbe una parte della corrente; ciò causa uno spostamento inferiore da parte dell'indice, e dà luogo ad una gamma di resistenza più bassa, gamma che è in relazione al valore *R1. R2* infine — avendo un valore minore di *R1* — provoca uno spostamento ancora minore dato che assorbe una maggiore quantità di corrente.

Il risultato del collegamento di queste resistenze in parallelo allo strumento è che per riportare l'indice all'estremità sinistra della scala sono necessari valori di *Rx* progressivamente inferiori; è così possibile leggere con maggiore precisione valori ohmici bassi.

Ogni volta che si sceglie una portata mediante il commutatore, l'ohmetro deve essere controllato sullo zero mediante la regolazione di *Ra,* prima che la resistenza incognita venga inserita tra i puntali. Con questo tipo di ohmetro i terminali non vanno cortocircuitati tra loro per l'azzeramento.

Quando *Rx* è collegata al circuito, le letture dei valori resistivi aumentano progressivamente da sinistra a destra della scala dello strumento, ed i valori massimi si trovano in prossimità del fondo scala in quanto maggiore

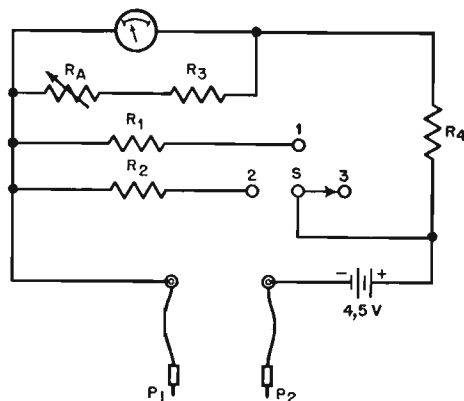



Fig. 4 — **Ohmetro a tre portate: una per valori alti (commutatore S in posizione 3) e due per valori bassi (commutatore su 1 o su 2). La resistenza di azzeramento (RA) è posta, unitamente alla resistenza limitatrice R_3 ad essa in serie, in parallelo allo strumento: ciò consente una migliore regolazione e permette letture più precise della resistenza incognita.**

è il valore della resistenza incognita, minore è la corrente da essa assorbita, ed è quindi maggiore lo spostamento dell'indice.

OHMETRO in SERIE realizzato con RESISTENZE in PARALLELO

La **figura 4** illustra un tipo di ohmetro avente una portata di valori alti, e due di valori bassi. Si tratta di un ohmetro in serie tipico in quanto *Rx* viene collegata in serie al circuito; ciò nonostante vi sono degli « shunt » in parallelo allo strumento, con i quali è possibile misurare valori ohmici bassi.

Viene denominato « ohmetro a diverse portate » in quanto permette di effettuare letture di valori in varie gamme.

Allo scopo di migliorare le condizioni di azzeramento, la resistenza di regolazione, *Ra*, e la resistenza limitatrice di corrente, *R3*, sono in serie tra loro ed a loro volta in parallelo allo strumento. Ciò compensa le eventuali variazioni di tensione della batteria dovute al naturale invecchiamento, e permette valutazioni più accurate di *Rx* che non quando *Ra* è in serie al milliampèrometro.

La resistenza *R4* collegata in serie alla batteria ha il compito di limitare la corrente nel circuito dell'ohmetro, al valore necessario per ottenere all'incirca l'intera deviazione dell'indice, dopo di che la regolazione definitiva viene effettuata agendo su *Ra*.

Se il commutatore di portata viene disposto in posizione *3*, l'ohmetro è adattato come circuito in serie alla portata di valori alti, ed è possibile quindi misurare alte resistenze collegandole tra i puntali *P1* e *P2*.

L'azzeramento deve essere eseguito portando detti puntali in cortocircuito tra loro.

Quando si desidera invece una portata bassa, il commutatore viene messo in posizione 1, per cui *R1* viene ad essere in parallelo allo strumento. Poichè da ciò deriva una variazione della resistenza in serie del circuito, è necessario azzerare nuovamente mediante *Ra*, come pure è necessario fare per la gamma ancora più bassa, corrispondente alla posizione 2 del commutatore.

Negli ohmetri a diverse portate è possibile disporre di scale separate per ogni portata. Tuttavia un sistema più pratico consiste nel calibrare lo strumento con i valori della sua portata più bassa, e quindi servirsi di fattori di moltiplicazione per leggere valori nelle portate maggiori.

Poichè i fattori di moltiplicazione dei circuiti voltmetrici in serie sono di solito in decadi, quelli delle portate ohmetriche possono essere di conseguenza $R \times 1$, $R \times 10$, $R \times 100$ e così via. Le resistenze componenti il circuito devono essere scelte in conformità al relativo fattore di moltiplicazione.

La lettura effettiva in questo caso corrisponde a quella indicata dallo strumento, moltiplicata per il fattore indicato dal commutatore. Ad esempio, se la lettura dello strumento è 30, ed il fattore di moltiplicazione è 100, si avrà un valore ohmico di 30×100, ossia di 3.000 ohm.

Per misurare i valori resistivi più alti di quelli ottenibili nella gamma maggiore dell'ohmetro illustrato nella figura 4, è necessario usare una tensione maggiore. Poichè la corrente che scorre in detto circuito equivale al rapporto tra la resistenza e la tensione ($I = E : R$), è evidente che, aumentando la resistenza nel circuito si giunge ad un punto in cui la corrente non è più sufficiente a spostare l'indice.

Deve essere adottata perciò una tensione più alta per dar luogo ad una corrente sufficiente nonostante l'alta resistenza.

L'aumento della portata di lettura è proporzionale all'aumento di tensione.

Per fare un esempio, se detta tensione viene aumentata di cinque volte, fino cioè al valore di 22,5 volt, l'aumento della resistenza deve essere eguale; in tal modo si ottiene un fattore di moltiplicazione di 5 agli effetti dei valori indicati sulla scala, per ottenere il valore effettivo di *Rx*. Se invece la batteria usata avesse una tensione di 45 volt, il fattore di moltiplicazione sarebbe 10, e così via.

Naturalmente, anche la resistenza limitatrice *R4* deve essere aumentata di 5 volte per una tensione di 22,5 volt, e di 10 volte per una tensione di 45 volt, il suo compito essendo sempre quello di limitare la corrente al valore massimo di 1 milliampère.

Il circuito ohmetrico della **figura 5** impiega due batterie separate, una da 4,5 volt, ed una da 45 volt. Con questo schema sono disponibili una portata bassa, due medie, ed una alta, che possono essere commutate mediante il commutatore a due sezioni, *S1* ed *S2*. Le due gamme più basse e la media più alta delle due, vengono alimentate dalla batteria da 4,5 volt, mentre nella gamma più alta viene inserita automaticamente la batteria

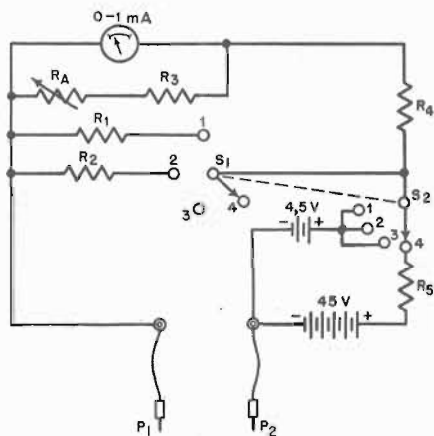



Fig. 5 — Ohmetro a 4 portate. Si noti la presenza di 2 batterie (4,5 e 45 volt) che alimentano rispettivamente 2 portate basse e 2 alte.

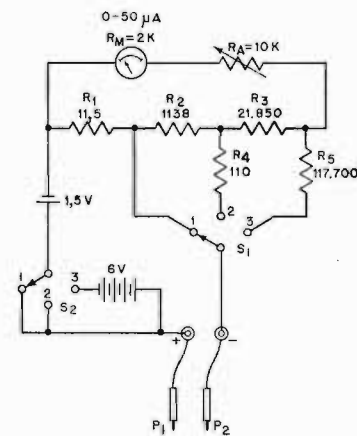



Fig. 6 — Schema di un ohmetro di realizzazione commerciale. Presenta 3 portate: 0-2.000 ohm, 0-200.000 ohm, 0-2 Megaohm. Occorrono 2 batterie (6 volt e 1,5 volt), un commutatore doppio ed uno strumento da 50 microampère.

da 45 volt, quando il commutatore viene portato in posizione 4.

Il commutatore consta di due sezioni, *S1* ed *S2* montate con un unico perno e quindi azionate contemporaneamente; le resistenza *R4* ed *R5* sono le limitatrici di corrente.

Quando la batteria da 4,5 volt è in circuito, *R4* si trova tra detta batteria e lo strumento, mentre *R5* è esclusa; quando invece la batteria in circuito è quella da 45 volt, *R5* è in serie ad *R4* allo scopo di limitare la corrente al valore necessario per ottenere la giusta deflessione dell'indice dello strumento.

La tensione più alta può anche essere ottenuta mediante un circuito di alimentazione (alimentatore) incorporato, ma la cosa presenta qualche difficoltà per cui non è molto pratica.

I puntali devono essere cortocircuitati ad ogni portata per l'azzeramento. Le resistenze in parallelo delle portate basse sono scelte in modo tale che il fattore di moltiplicazione sia a decadi: in tal modo è possibile tarare la scala sulla sola portata inferiore, i cui valori vanno poi moltiplicati per detto fattore corrispondente alle varie portate più alte.

Tutti gli strumenti usati nei circuiti descritti fino ad ora impiegano strumenti da 1 mA f.s., vale a dire, da 1.000 ohm/volt. Se si usa uno strumento di maggiore sensibilità (ossia che richiede una corrente minore di 1 mA per la completa deflessione dell'indice), i valori di *Rx* possono essere misurati, in ogni portata, con una tensione di alimentazione molto inferiore. Infatti, uno strumento da 20.000 ohm/volt richiede una corrente di 50 µA (microampère) per raggiungere il fondo scala, ed è 20 volte più sensibile di quelli citati più sopra; ne consegue che è sufficiente usare batterie di tensione molto inferiore. La **figura 6** illustra il circuito di un ohmetro commerciale che permette letture da 0,2 ohm a 20 Mohm. Tale ampia gamma è divisa in tre portate, e precisamente da 0 a 2.000 ohm, da 0 a 200.000 e da 0 a 20 Megaohm. Le prime due gamme sono alimentate da una batteria da 1,5 volt, mentre una seconda batteria da 7,5 volt (1,5 + 6) estende la sensibilità a 20 Mohm nella portata alta.

Le sezioni *S1* ed *S2* del commutatore sono in tandem, e disposte in modo da inserire nel circuito gli « shunt » e le resistenze in serie appropriate contemporaneamente, scegliendo la tensione esatta di alimentazione.

I puntali *P1* e *P2* devono essere cortocircuitati, ed è necessario correggere la posizione della resistenza di regolazione dello « zero », *Ra*, per ogni portata.

La scala è tarata in base alla portata più bassa, ed il fattore di moltiplicazione che corrisponde alle varie portate sulla manopola del commutatore, dà il valore effettivo della lettura indicata dallo strumento nelle due portate maggiori.

La scala si estende da destra a sinistra; i valori più alti si trovano alla estremità sinistra.

L'alimentazione è ottenuta mediante 5 pile da 1,5 volt. In parallelo allo strumento si trovano gli « shunt » il cui compito — sappiamo — è di ridurre l'ammontare della corrente che scorre nello strumento al solo valore necessario per raggiungere il fondo scala.

IL « MEGGER »

Sebbene non si tratti di uno strumento il cui impiego è attinente alla radiotecnica, riteniamo opportuno descrivere sommariamente il « Megger » che, a rigore, è uno speciale tipo di ohmetro. Esso consiste infatti in uno strumento particolarmente adatto alla misura di valori resistivi elevati, dell'ordine delle diecine ed anche delle centinaia di Megaohm.

La caratteristica essenziale risiede nel fatto che l'alimentazione avviene ad opera di un generatore di corrente continua azionato a mano mediante una manovella, e che la tensione da esso erogata non ha alcuna influenza sulla precisione della misura effettuata.

Il generatore può fornire tensioni continue dell'ordine di 500, 1.000 o 2.000 volt ai terminali di prova. La corrente prodotta scorre dal terminale negativo del generatore stesso attraverso la bobina voltmetrica (**figura 7**), indi attraverso *R2* (di valore elevato), per tornare quindi al terminale positivo. Il campo magnetico creato dalla bobina voltmetrica, reagisce con quello del magnete permanente, determinando una deviazione dell'indice in senso antiorario. Se nulla viene collegato tra i terminali di prova (resistenza infinita), l'unica corrente circolante determina l'indicazione appunto di resistenza infinita. Collegando invece tra « linea » e « massa » una resistenza di valore incognito, si manifesta un'altra corrente che parte dal terminale negativo del generatore, passa attraverso la bobina amperometrica, attraverso R1, indi attraverso

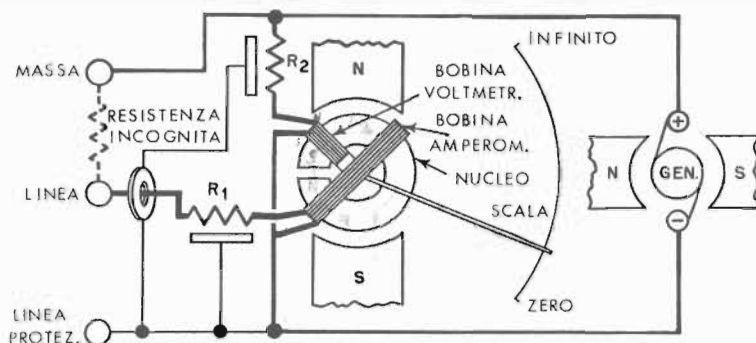



Fig. 7 — Costruzione di un particolare tipo di ohmetro detto Megger. L'indice si arresta in seguito al bilanciamento di due campi magnetici opposti, creati dalla bobina voltmetrica e da quella amperometrica, dipendenti dalla corrente circolante nella resistenza incognita. L'apparecchio genera esso stesso la tensione di funzionamento.

la resistenza incognita, e torna al polo positivo del generatore. Il campo magnetico creato dalla bobina amperometrica reagisce a sua volta determinando una deviazione in senso orario. Minore è il valore della resistenza incognita, maggiore è la corrente che essa determina, per cui l'indicazione da parte dell'indice sarà più lontana da quella corrispondente a resistenza infinita.

Questo strumento, detto anche ohmetro differenziale, è utile anche per le prove di isolamento, grazie alla forte tensione disponibile ai terminali. L'indice si ferma in un punto determinato dal bilanciamento dei campi magnetici opposti. Nelle misure di valori superiori a 100 Mohm, si usa il circuito di sicurezza (in tratto sottile), nel quale vengono sfruttate le correnti di dispersione prelevate per via elettrostatica da elettrodi posti in prossimità delle resistenze *R1* ed *R2* e del conduttore di linea.

USO dell'OHMETRO

Dopo aver esaminato in dettaglio e seguìto l'evoluzione dello schema di un ohmetro completo, capace cioè di molteplici letture, riteniamo utile chiudere l'argomento con un elenco di norme atte, oltre che a far ben comprendere l'uso, a ribadire i principi stessi di funzionamento già esaminati. In tal modo, la conoscenza che si acquista in materia sarà molto utile nella lettura delle lezioni prossime ove l'ohmetro verrà riguardato nella più comune versione, quella cioè in cui entra a far parte integrante di un misuratore multiplo detto analizzatore o « tester » (**figura 8**). Ed ecco le norme per un buon impiego dell'ohmetro.

a) Ad evitare di collegare l'ohmetro ai capi di una resistenza tra i quali esiste una d.d.p. (resistenza « sotto tensione ») è necessario osservare alcune precauzioni; diversamente, si può danneggiare lo strumento o avere letture errate.

Sebbene l'interruttore generale abbia il compito specifico di eliminare la tensione di alimentazione di una apparecchiatura (ad esempio, radioricevitore) può accadere che esso risulti difettoso; è buona norma perciò, in ogni caso, staccare la spina del cordone di alimentazione dell'apparecchio sul quale si devono effettuare le misure di resistenza.

Tutti i condensatori devono essere scaricati perchè la tensione eventualmente presente ai loro capi può provocare gravi danni. Dato poi che le condizioni a « caldo » di un apparecchio possono essere alquanto differenti da quelle « a freddo », è opportuno attendere qualche minuto dopo aver spento l'apparecchio in questione prima di sottoporlo a verifiche ohmetriche.

b) Quando in un circuito si effettuano verifiche di resistenza, ogni elemento può essere misurato individualmente staccandolo dal circuito stesso e collegando l'ohmetro ai suoi capi. Tale metodo comporta tuttavia una notevole perdita di tempo; si preferisce allora riferire i valori ad un punto comune, che solitamente è la *massa*, ossia il punto negativo dell'alimentazione. In tal modo, è possibile misurare e verificare rapidamente intere sezioni di un apparecchio elettronico onde determinare la presenza di condizioni anormali. A volte, certi apparecchi sono corredati da tabelle che indicano i valori resistivi da « punto a punto »; l'ohmetro può essere inserito tra detti punti, dopo di che è possibile confrontare le letture ottenute con quelle della tabella. Allorchè si rileva una lettura diversa, si può staccare ogni singolo elemento dalla sezione e controllarlo separatamente. È sufficiente staccare un capo solo; questo accorgimento è già sufficiente ad evitare che vi siano perdite dovute alla chiusura del circuito attraverso un percorso diverso da quello dell'ohmetro stesso. In altre parole, per far sì che le letture non risultino falsate dalla presenza di un circuito in parallelo alla resistenza da misurare, basta interrompere detto circuito e verificare la resistenza o qualsiasi componente tra un capo in comune con altri circuiti, ed il secondo capo che è stato invece precedentemente isolato.

c) Un condensatore che abbia perdite, collegato in parallelo ad una resistenza, può causare una lettura ohmetrica errata a seconda della perdita stessa; il valore letto è dato in tal caso dalla risultante tra la resistenza effettiva del componente e quella in parallelo costituita dalla perdita di isolamento citata.

In tali condizioni l'indice dello strumento dà una lettura anche se la resistenza in parallelo è completamente interrotta, per cui, allo scopo di avere delle letture esatte, è sempre opportuno staccare almeno un capo del componente prima di collegare l'ohmetro.

d) Le mani del tecnico operatore non devono mai essere a contatto dei puntali. Essendo la resistenza del corpo umano inferiore generalmente a 50.000 ohm, essa può dare adito ad errori, specialmente nei casi in cui si misurano resistenze di valore elevato, in quanto viene a

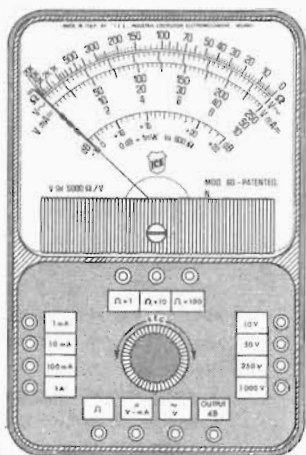



Fig. 8 — In questa realizzazione — della quale è presentata un'ampia descrizione ai fini costruttivi alla lezione 27ª, e cioè su questo stesso fascicolo — l'ohmetro fa parte di un assieme capace di letture voltmetriche ed amperometriche, detto « tester » o analizzatore. Le possibilità di lettura ohmetrica sono: 0-20.000 ohm, 0-200.000 ohm, 0-2 Megaohm.

trovarsi in parallelo al circuito da misurare.

Per questo motivo, è sempre opportuno effettuare le misure tenendo tra le mani la parte isolata dei puntali.

e) L'ohmetro può essere utilizzato per effettuare controlli sommari dei condensatori onde determinare la presenza di perdite o di cortocircuiti: in questo caso — purchè non si tratti di condensatori elettrolitici — si usa la portata più elevata, dato che in tal modo si dispone della tensione maggiore. Si osserva lo strumento e si collegano i puntali ai capi del condensatore: se quest'ultimo è efficiente, l'indice ha uno scatto e ritorna immediatamente alla posizione che indica resistenza infinita. Lo scatto è dovuto al passaggio di corrente causato dalla carica che assume il condensatore stesso in conseguenza della tensione della batteria. Lo scatto è tanto maggiore quanto maggiore è la capacità; il tempo impiegato per il ritorno dell'indice aumenta in proporzione. Se il condensatore non ha perdite, l'indice ritorna all'inizio della scala in un tempo relativamente breve. Se l'indice non subisce alcuno spostamento, ciò indica che i terminali della capacità sono interrotti in un punto, oppure che essa è troppo bassa per avere una deflessione apprezzabile, mentre, per contro, una deflessione completa indica il cortocircuito tra le armature, ed una deflessione parziale e stabile indica una perdita di isolamento.

La resistenza di un condensatore a carta deve essere superiore a 50 Mohm per microfarad, e quella di un condensatore a mica deve essere superiore a 100 Mohm.

f) Anche per la prova di condensatori elettrolitici si usa la portata maggiore, ma, dal momento che la corrente passa più facilmente in una direzione che nell'altra, per non avere indicazioni errate è necessario osservare la polarità.

Non appena si collegano i puntali ai terminali del condensatore elettrolitico, l'indice subisce una notevole deviazione a causa della capacità generalmente elevata, dopo di che torna lentamente alla posizione di riposo, man mano che il condensatore si carica con la tensione della batteria. Di solito si ha uno spostamento anche se il condensatore è completamente carico. Se esso è in condizioni normali, per una tensione di lavoro di 450 volt, la resistenza deve essere superiore a 500.000 ohm, mentre per tensioni di lavoro inferiori, si hanno letture proporzionalmente più basse.

In linea di massima, si può aggiungere che, per assicurarsi delle buone condizioni di un condensatore, è sempre opportuno effettuare la prova invertendo successivamente i puntali: in questo caso, se la capacità è abbastanza elevata (da 50.000 pF in su), si avrà in un primo tempo un spostamento minore, e, successivamente (ossia invertendo i puntali), uno spostamento molto maggiore: infatti, la tensione della batteria viene a sommarsi a quella presente ai capi del condensatore in esame dovuta alla carica datagli dalla lettura precedente. Ciò avviene perchè la prima carica determina una polarizzazione del condensatore, e, durante la seconda verifica con puntali invertiti, il terminale positivo della batteria viene collegato a quello dell'elettrodo con tensione negativa, ciò che, ponendo le tensioni in serie tra loro, le somma. Nel caso invece del condensatore elettrolitico, si avrà in un senso una certa deviazione, e nell'altro una deviazione maggiore per il medesimo motivo, con la differenza che, con una data polarità, l'indice tornerà rapidamente alla posizione di riposo, e con l'altra tornerà lentamente verso tale posizione, arrestandosi in un punto corrispondente alla quantità di corrente che riesce a passare.

In tal modo, qualora la polarità del condensatore elettrolitico non fosse più decifrabile dalle sue indicazioni, è possibile determinarla per confronto con un altro condensatore di polarità nota. Basterà infatti individuare le posizioni di ritorno a zero in entrambi, e contrassegnare la polarità conformemente.

A conclusione di quanto abbiamo esposto sin qui in merito agli strumenti, ai circuiti voltmetrici, a quelli amperometrici ed in ultimo a quelli ohmetrici, si può asserire che tutti i calcoli necessari alla risoluzione dei diversi problemi fanno perno sulle caratteristiche dello strumento vero e proprio. Tra queste si distingue per importanza la « resistenza interna » ossia la resistenza propria del misuratore. È ovvio che se questo valore è incognito l'adattamento e l'uso dello strumento in un circuito — specialmente se circuito di misura multipla — rimane oltremodo difficile.

MISURA della RESISTENZA INTERNA di uno STRUMENTO

Vogliamo ora mettere in grado il lettore — prima di illustrare quei preziosi complessi che sono i multimetri o « tester » — di ricavare da sè il valore di resistenza di uno strumento. Ben inteso, è necessario disporre momen-

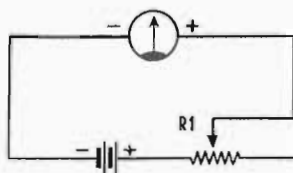



Fig. 9A — Per individuare il valore di resistenza della bobina mobile di uno strumento si attui il circuito qui illustrato. Il valore di R_1 deve essere in rapporto alla tensione della batteria, come è detto nel testo, nonchè alla sensibilità dello strumento.

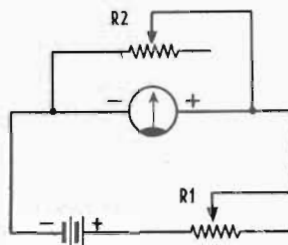



Fig. 9B — Regolata R_1 per la lettura a fondo scala secondo lo schema della figura precedente, si inserisce R_2: il suo valore massimo è in relazione al tipo di strumento e va da 100 a 5.000 ohm. Si regola R_2 sino a portare in centro l'indice dello strumento, indi la si disinserisce e si misura il suo valore: tale valore corrisponde a quello della bobina mobile.

taneamente di un altro strumento di lettura opportunamente tarato e pronto alla lettura di valori resistivi.

Però è opportuno qui fare subito presente che, nel tentativo di misurare la resistenza interna di uno strumento con l'aiuto di un « tester » sussidiario, può anche accadere di bruciare la bobina mobile che si vuol misurare. Riteniamo quindi utile illustrare — per tale operazione — il sistema denominato « centro scala » che consente la determinazione del valore ovviando al citato, gravissimo inconveniente.

Il sistema fondamentale è assai semplice e la precisione è notevole, specialmente nei casi in cui la resistenza dello strumento è bassa e la sensibilità è alta.

Per determinare la resistenza dell'equipaggio mobile di uno strumento, è sufficiente collegare in serie tra loro, lo strumento stesso, una resistenza variabile di valore alto (*R1*) ed una batteria, nel mondo indicato dalla **figura 9 A**. Si regola quindi la resistenza variabile fino ad ottenere l'intera deviazione dell'indice, ossia finchè quest'ultimo si porta all'estremità destra della scala.

A questo punto si collega in parallelo allo strumento una resistenza variabile (*R2*) (figura 9 **B**), la quale viene regolata fino ad avere un'indicazione da parte dell'indice, pari alla metà della scala stessa, ossia finchè detto indice si porta al centro. Ciò fatto si disinserisce *R2* e se ne misura il valore; tale valore corrisponde a quello della resistenza della bobina mobile, con un errore che può aggirarsi intorno all'1%, e che può perciò, nella maggior parte dei casi, essere considerato trascurabile.

La resistenza in serie *R1* deve essere abbastanza elevata onde evitare che lo strumento venga sovraccaricato con conseguente danno alla bobina ed all'indice. Nel caso di uno strumento con sensibilità di 1 mA fondo scala, la resistenza in serie deve avere un valore superiore a 1.000 ohm per ogni volt della batteria: se lo strumento ha invece una sensibilità di 50 μA, si richiede una resistenza maggiore di 20.000 ohm per volt. Se infine l'equipaggio mobile ha una sensibilità di 20 microampère fondo scala, la resistenza per limitare la corrente deve essere superiore a 50.000 ohm per ogni volt della batteria.

La resistenza interna degli strumenti varia notevolmente col variare della Marca: esistono anche leggere differenze da strumento a strumento. Per i tipi più comuni di strumenti da pannello, la resistenza variabile in parallelo *R2* deve essere dell'ordine di 100 ohm, per strumenti di 1 milliampère fondo scala. Per uno strumento da 50 microampère detta resistenza deve essere dell'ordine di 2.000 ohm, mentre per uno strumento da 20 microampère essa deve avere un valore di almeno 5.000 ohm.

È importante ricordare che se *R1* è di valore troppo basso, lo strumento può subire dei danni, mentre nessun valore inadatto di *R2* potrà avere delle conseguenze di tal genere.

Nel calcolo della resistenza interna è inevitabile un certo errore: ad esempio, se si impiega una batteria da 3 volt per controllare uno strumento da 1 mA fondo scala avente una resistenza interna di 52 ohm, il valore di *R1* necessario per determinare la completa deviazione dell'indice dovrebbe essere di 2.948 ohm (supponendo che la resistenza interna della batteria sia zero). Allorchè *R2* viene collegata in parallelo allo strumento, la resistenza interna totale del circuito viene ad essere leggermente inferiore a 3.000 ohm, e la corrente totale erogata dalla batteria è leggermente superiore ad 1 milliampère.

Se si regola *R2* in modo che l'indice si porti al centro della scala, lo strumento permetterà il passaggio di 0,5 mA, ma *R2* lascerà passare una corrente leggermente maggiore.

Dal momento che la resistenza interna dello strumento ed *R2* sono in parallelo, le cadute di tensioni presenti ai capi di entrambe sono eguali, per cui è logico dedurre che il valore ohmico di *R2* è leggermente inferiore a quello della bobina mobile dello strumento.

L'ammontare dell'errore dipende dal rapporto tra il valore di *R1* e quello della resistenza dello strumento; in questo caso esso ammonta a meno dello 0,9%. Se si aumenta la tensione della batteria, è necessario aumentare proporzionalmente il valore di *R1*, il che riduce la possibilità di errore.

Nell'esempio del quale ci siamo serviti, se si usasse una batteria da 90 volt, l'errore risultante sarebbe leggermente inferiore allo 0,3%, errore che può essere considerato trascurabile agli effetti pratici nella maggior parte dei casi.

Il lettore che, seguendo questo corso, ha costruito il ponte di Wheatstone e la relativa cassetta di decadi, potrà effettuare in tal caso un primo efficace impiego di quest'ultima. Essa infatti, collegata in parallelo allo strumento al posto di *R2*, permetterà di valutare la resistenza della bobina mobile con l'approssimazione di ±1 ohm.

GLI ANALIZZATORI O "TESTER"

Per analizzatore, o multimetro, o più correntemente, « tester » si intende uno strumento che per comodità di impiego incorpora due o più circuiti di misura ed un milliampèrometro o microampèrometro, in un unico apparecchio. Un esempio tra i più tipici è quello illustrato alla **figura 1**: comprende un voltmetro, un amperometro ed un ohmetro, usando per i tre circuiti un unico strumento.

L'analizzatore può essere realizzato per diversi scopi, ad esempio per la misura di resistenze e di capacità, di tensioni e correnti in c.a., di tensioni e correnti in c.c. I tipi di cui ci occuperemo in questa lezione sono adatti alla misura di correnti, tensioni e resistenze.

Per selezionare tra i diversi circuiti predisposti quello necessario alla misura di una delle dette quantità, o si monta sul pannello un commutatore azionato da una manopola ad indice, oppure si prevede una serie di boccole per il diverso collegamento dei puntali di misura.

Il commutatore consta di diverse sezioni di materiale isolante sovrapposte; le sezioni fanno da supporto ai vari contatti, ed ogni posizione del rotore corrisponde alla predisposizione dello strumento per un dato tipo di misura. Quando, ad esempio, il commutatore si trova nella posizione « c.c. » una parte dei suoi contatti inserisce nel circuito particolari elementi (bobina mobile, resistenze addizionali, « shunt » ecc.). In alcuni tipi di « tester » si trovano due commutatori; uno adatta lo strumento al tipo di misura voluto, l'altro determina la portata della misura da effettuare. Il numero delle portate disponibili per la misura di tensioni, correnti e resistenze, varia logicamente da strumento a strumento: si hanno tipi portatili con gamme limitate e tipi da laboratorio dotati di maggiori prerogative.

Nel caso in cui si usano dei commutatori per la selezione della funzione e della portata, sono necessarie due sole boccole per i puntali, ad eccezione di quando si prevedono anche altri attacchi particolari, ad esempio per portate molto elevate di corrente e di tensione.

Vi sono infine casi misti e cioè quelli in cui, essendovi un solo commutatore — che predispone il circuito sul tipo di misura che si desidera effettuare — le portate vengono scelte spostando uno dei puntali, o anche entrambi, nelle boccole corrispondenti.

Per semplicità di lettura, molti analizzatori sono provvisti di tre scale: una per i valori di resistenza, una per le tensioni e le correnti continue, ed un'altra per le tensioni alternate. Normalmente dette scale hanno ciascuna una serie di divisioni e più di una serie di valori numerici a intervalli regolari secondo vari fattori, esattamente come avviene sulle righe centimetrate o sui regoli calcolatori. Il valore effettivo risulta dal prodotto tra il valore letto ed il fattore di moltiplicazione determinato dalla portata scelta.

Ad esempio, se le portate voltmetriche in c.c. dello strumento sono 10, 50, 250, 500, e 1.000 volt, sulla scala sono necessarie solo tre serie di numeri (vedi **figura 2**), ossia 10, 50 e 250, con le quali è possibile effettuare le letture direttamente sulla scala; nella portata 500 volt f.s. si utilizza l'indicazione della scala 50 volt, e si moltiplica la lettura per 10, nella portata 1.000 volt si usa la scala 10 e si moltiplica per 100.

Se si misura una tensione di 350 volt, poichè detta tensione è superiore a 250 ed inferiore a 500, è ovvio che si userà quest'ultima portata: in questo caso, la scala da leggere sarà quella col valore massimo indicativo di 50, ma la posizione del commutatore ci dirà che il valore 35 segnato dall'indice dovrà essere moltiplicato per 10. Analogamente, nella misura di resistenze col commutatore in posizione R×100, ogni lettura dovrà essere moltiplicata per 100 per avere il valore di resistenza misurato.

Generalmente esistono due tipi di analizzatori: i volt-ohm-milliamperometri, e gli analizzatori elettronici. I primi si basano sui circuiti voltmetrici, ohmetrici ed amperometrici convenzionali da noi già esaminati in dettaglio e che per la misura della c.a. adottano un rettificatore a ossido.

Gli analizzatori elettronici implicano invece l'uso di valvole termoioniche, e di loro ci occuperemo in seguito dopo lo studio delle valvole stesse.

VOLT-OHM-MILLIAMPEROMETRO

Nonostante i recenti progressi conseguiti nel campo degli strumenti di misura, il « tester » convenzionale è rimasto lo strumento basilare per le misure elettriche generali. La maggior parte di tali strumenti impiega equipaggi mobili da un minimo di 50 μA ad un massimo di 1 mA f.s. Nel primo caso si ha una sensibilità di 20.000 ohm/volt, e per questo fatto la resistenza interna è tale da non alterare quasi mai in maniera apprezzabile le condizioni del circuito sotto prova.

Molto spesso, per l'uso più frequente il valore di 5.000 ohm per volt è quello preferito perchè concilia un consumo già discretamente basso con una più pronunciata robustezza dell'equipaggio mobile. Diremo anzi, che la

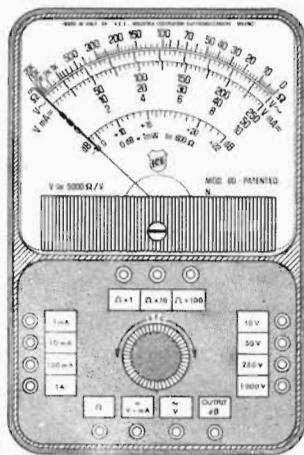



Fig. 1 — Realizzazione tipica di un « tester » in modello tascabile. La costruzione del tipo qui illustrato costituisce argomento della lezione 27ª.

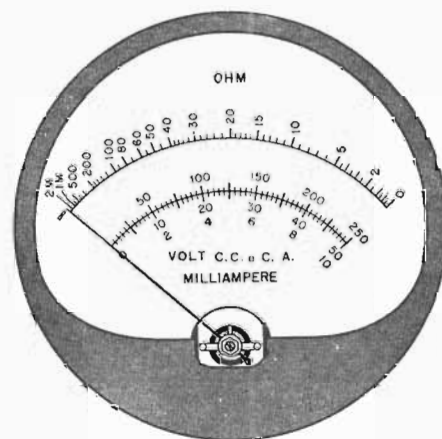



Fig. 2 — Gli strumenti impiegati nei « tester » presentano scale multiple. Le indicazioni numeriche devono spesso essere moltiplicate per dati fattori.

tendenza generale dei tecnici è quella di adottare un « tester » da 5.000 ohm/volt per il servizio fuori sede (strumento portatile) ed un tipo da 20.000 ohm/volt per l'impiego fisso in laboratorio.

I commutatori e le prese disposte sul pannello frontale si presentano di solito secondo una sistemazione standard. Un commutatore contrassegnato OHM-CA-CC ha il compito di predisporre lo strumento per il tipo di misura che si desidera effettuare, ed una manopola contrassegnata REGOLAZIONE ZERO serve per l'azzeramento nelle portate ohmetriche: varie prese poste lungo i bordi esterni servono per scegliere le diverse portate di corrente, tensione e resistenza.

Quando il commutatore si trova in posizione OHM, uno dei puntali viene inserito nella boccola comune, e l'altro nella boccola corrispondente alla portata ohmetrica desiderata (R×1, R×10, R×100), dopo di che detti puntali vengono cortocircuitati per poi ruotare la manopola dell'azzeramento fino ad ottenere che la posizione dell'indice coincida esattamente col fondo scala. Fatto ciò, i puntali vengono messi in contatto con i terminali della resistenza da misurare il cui valore viene letto direttamente sulla scala moltiplicando il valore indicato per il fattore di moltiplicazione della portata prescelta.

Per effettuare misure di tensioni o di correnti, in continua o in alternata, si pone il commutatore sul tipo di misura che si desidera effettuare: uno dei puntali viene inserito nella boccola comune a tutte le portate, e l'altro nella boccola corrispondente alla portata desiderata, dopo di che l'altra estremità dei puntali può essere applicata ai punti dove si deve effettuare la misura, oppure, se si tratta di una corrente, in serie al circuito in esame.

I « tester » più semplici sono quelli che possono misurare soltanto tensioni e correnti continue nonchè resistenze, oppure tensioni continue ed alternate, correnti solo continue e resistenze.

Misuratori di tensioni in c.c. correnti e resistenze

La **figura 3** illustra il circuito di un semplice volt-ohm-milliamperometro adatto a misurare tensioni e correnti continue e resistenze. I vari circuiti, nonchè le portate, vengono scelte mediante il collegamento dei puntali in varie prese o boccole. Per misure di correnti inferiori ad 1 mA, uno dei puntali rimane inserito nella boccola « comune » e l'altro va posto in quella contrassegnata 1 milliampère.

La corrente si divide tra lo strumento e lo « shunt », e l'indicazione dello strumento è proporzionale alla quantità di corrente che lo percorre. Se si devono misurare correnti comprese tra 10 e 100 mA i puntali vengono inseriti tra il « comune » e la boccola contrassegnata 100 mA: in questo caso la corrente si divide tra *R3* ed *R4* in parallelo allo strumento ed il circuito in serie costituito da *R1* ed *R2*.

Quando l'indice si trova a fondo scala, la corrente che percorre lo strumento è la stessa che lo percorreva nel primo caso, in quanto la diminuzione della resistenza dello « shunt », e l'aumento di quella in serie allo strumento stesso fa in modo che la quantità di corrente che passa attraverso lo « shunt » aumenti, mentre diminuisce quella che passa attraverso il milliamperometro.

Nella misura di tensioni con questo strumento, la scelta della resistenza di moltiplicazione dipende dal valore richiesto all'estremità destra della scala: ad esempio, se la tensione da misurare è compresa tra 10 e 100 volt, i puntali vanno inseriti tra il « comune » e la boccola contrassegnata 100 volt. La corrente proveniente dal circuito in esame si divide allora tra lo strumento e lo « shunt », attraversa la resistenza di moltiplicazione da 100 kohm, e ritorna quindi al circuito in esame.

Il circuito funziona allo stesso modo per le altre due portate di tensione; cambia soltanto il valore della resistenza addizionale. Poichè tutte le resistenze sono fisse, la corrente che passa attraverso la bobina mobile è direttamente proporzionale alla tensione applicata ai terminali e può essere letta direttamente sullo strumento.

Nella misura di resistenze, oltre alla boccola « comune » si usa o quella contrassegnata 1 Mohm, o quella contrassegnata 100 kohm. La corrente che scorre viene prelevata o dalla batteria da 1,5 volt, o da quella da 15 volt, a seconda della portata prescelta, passa attraverso la resistenza variabile di azzeramento (*R10* o *R8*), attraversa la resistenza da misurare, lo strumento e gli « shunt », la resistenza di moltiplicazione, e torna quindi alla batteria.

Maggiore è Rx, minore è la corrente e quindi lo spostamento dell'indice. La scala ohmetrica è tarata da destra a sinistra, e minore è la deviazione dell'ago, maggiore è la resistenza esterna.

Il circuito illustrato nella figura 3 e di cui abbiamo sinora discusso, ha quattro portate in corrente continua,

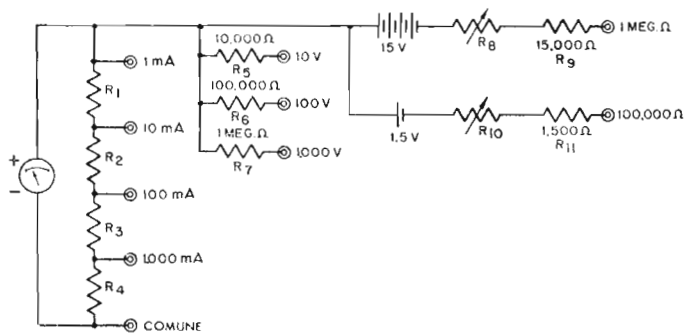



Fig. 3 — **Schema di analizzatore semplice per misure di diverse portate a fondo scala, voltmetriche, amperometriche e di resistenza.**

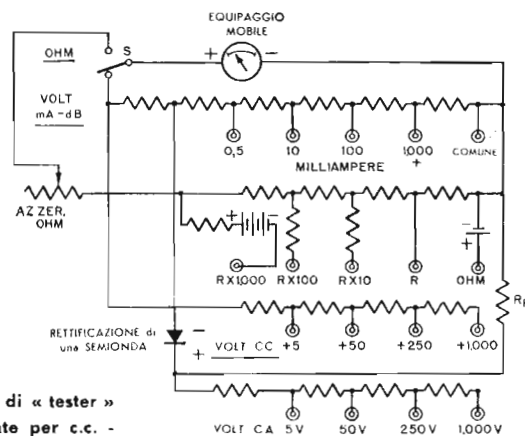



Fig. 4 — **Schema di « tester » a molteplici portate per c.c. - ohm e c. alternata.**

tre di tensione continua e due di resistenza. Vi sono altri strumenti del medesimo tipo che possono comprendere un numero maggiore di portate ohmetriche o di portate voltmetriche o amperometriche. Detto circuito è inoltre limitato alle sole misure in c.c., per cui, allo scopo di estendere la possibilità di misura alla c.a. è necessario aggiungere un raddrizzatore ad ossido con i relativi circuiti.

Misuratore di tensioni c.c. e c.a., correnti continue e resistenze

La **figura 4** illustra uno strumento di tale tipo. Il circuito per la misura delle tensioni consiste di due serie di resistenze addizionali, una per la c.c. ed una per c.a.; nel primo caso il **commutatore « S »** viene posto in posizione VOLT, ed i puntali vanno inseriti uno nella boccola « comune », e l'altro in quella corrispondente alla portata desiderata.

La bobina mobile è shuntata dalla serie di resistenze che si trovano immediatamente sotto allo strumento nello schema, ed è in serie alla resistenza addizionale che fa capo alle boccole contrassegnate « volt c. continua ».

Per le misure in c.a. si usano le resistenze addizionali corrispondenti alle boccole « volt corrente alternata ». Il cristallo di germanio costituisce un rettificatore ad una sola semionda, che fornisce allo strumento ed agli « shunt » una corrente pulsante. Uno dei puntali viene inserito nella boccola della portata desiderata, e l'altro come al solito, nella boccola « comune ».

Quando la polarità della tensione è positiva dal lato della boccola della portata, la corrente scorre nel circuito. Quando essa si inverte e la polarità positiva è dalla parte della boccola « comune » la corrente scorre nella resistenza di valore alto R_R, ed attraverso la resistenza addizionale. Questo circuito di ritorno nel semiperiodo negativo è necessario allo scopo di allontanare dal cristallo le tensioni fortemente negative. Sebbene la resistenza di quest'ultimo nell'alternanza negativa sia molto alta (circa 60.000 ohm), esso permette tuttavia il passaggio di deboli correnti con polarità invertita, per cui, se R_R non fosse inserita nel circuito, le tensioni eccessive che si possono produrre deteriorerebbero il cristallo stesso.

Le misure di corrente e di resistenza vengono effettuate col medesimo procedimento descritto per la figura 3. Quando si usa la boccola $R \times 100$, la corrente necessaria per una lettura sufficiente viene fornita da una batteria supplementare avente generalmente una tensione di 4,5 volt. Per tutte le portate ohmetriche, i puntali vanno inseriti uno nella boccola OHM, e l'altro in quella della portata desiderata (R, $R \times 10$, $R \times 100$, $R \times 1000$).

COSTRUZIONE di un « TESTER »

Per offrire al lettore sia la più ampia possibilità di scelta, sia la più completa possibilità di attrezzatura, in merito a questo basilare ed assolutamente indispensabile strumento, abbiamo pensato di presentare tre versioni.

Un primo tipo di esecuzione — quello di cui segue qui la descrizione — ha pretese molto modeste; esso può servire in alcuni casi, precisamente in quelli nei quali le misure debbono essere fatte su circuiti a bassa resistenza, il che significa, in altre parole, allorchè l'applicazione dello strumento sul circuito non altera le condizioni di funzionamento nonostante un certo consumo dovuto allo strumento stesso.

Il secondo modello, che descriveremo in dettaglio (anch'esso su questo stesso fascicolo), rappresenta invece un complesso di impiego assai più corrente. Già abbiamo detto della tendenza invalsa presso i radiotecnici, di munirsi di due tipi di « tester »: uno portatile ed uno di maggiori pretese per il laboratorio. L'apparecchio che descriviamo per secondo è appunto l'analizzatore portatile utile in moltissime contingenze in quanto di ottima precisione e di non rilevante consumo sul circuito sotto misura: la sua resistenza di carico è di 5.000 ohm per volt, il che significa che può essere impiegato per la quasi totalità delle misure che è dato di incontrare nelle comuni costruzioni radio. Infine, sarà presentata la descrizione costruttiva (alla prossima lezione 42ª) di un « tester » a 20.000 ohm per volt, dotato di numerose prerogative, tra le quali molteplici portate e la possibilità di lettura del valore di condensatori (capacimetro).

Pertanto, in merito a questa attrezzatura, riteniamo di offrire con quanto sopra la soluzione ad ogni pratica possibilità. Ciò premesso, esaminiamo ora il primo dei tre « tester » citati.

Il circuito di questo analizzatore (vedi **figura 5**) è particolarmente semplice. Sulla base dell'esame delle diverse soluzioni circuitali sin qui incontrate, non sarà

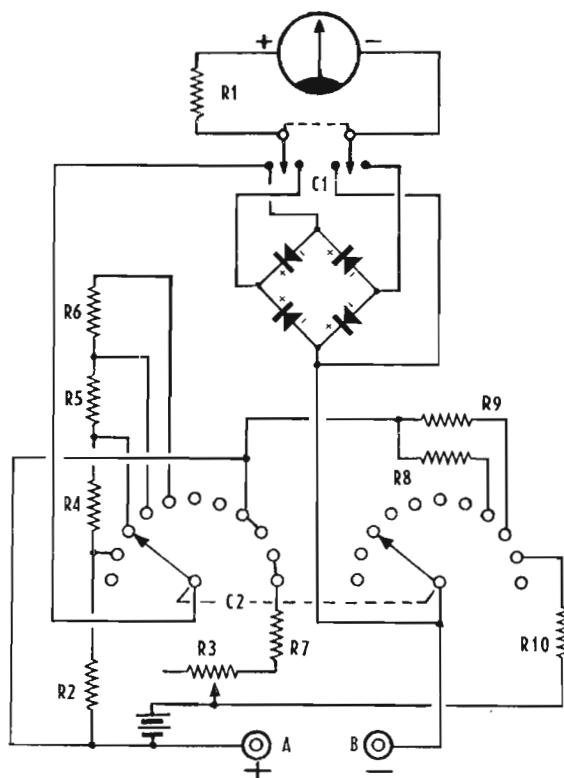



Fig. 5 — Schema del « tester » a 1.000 ohm per volt, del quale viene illustrata la costruzione. È caratterizzato dalla selezione delle portate e delle funzioni a mezzo di un commutatore unico (C2).

- 1 milliamperometro 0-1 mA - ICE mod. 320.
- 1 resistenza a filo - R1 - vedi testo - ICE.
- 1 resistenza chimica - R2 - 10.000 ohm ±1% — 0,5 watt.
- 1 potenziometro (o reostato) a filo - R3 - 1.000 ohm. ICE mod. 11, con bottone.
- 1 resistenza chimica - R4 - 90.000 ohm ±1% — 0,5 watt.
- 1 resistenza chimica - R5 - 0,4 Megaohm ±1% — 0,5 watt.
- 1 resistenza chimica - R6 - 4,5 Megaohm ±1% — 0,5 watt.
- 1 resistenza chimica - R7 - 2.200 ohm ±5% — 1 watt.
- 1 resistenza a filo - R8 - 11 ohm ±1% — 1 watt - ICE.
- 1 resistenza a filo - R9 - 1 ohm ±1% — 1 watt - ICE.
- 1 resistenza a filo - R10 - 30 ohm ±1% — 0,5 watt - ICE.
- 1 commutatore a levetta, due vie, due posizione - C1 - Mod. F 604- Romagnoli.
- 1 commutatore rotante a due vie, undici posizioni - C2 - Geloso 2021.
- 1 batteria da 3 volt - BT - (due pile a secco da 1,5 volt in serie)
- 2 boccole (1 rossa - A, ed 1 nera - B) per spinotto da 4 mm.
- 1 rettificatore a ponte per strumenti di misura - 1 mA - ICE o Romagnoli G 301.
- 2 spinotti (1 rosso ed 1 nero) da 4 mm.
- 2 puntali (1 rosso ed 1 nero) per strumenti di misura.
- 1 bottone ad indice, per C2.
- Filo per collegamenti « push-back » o filo nudo e tubetto sterling - stagno preparato - ranelle, viti ecc.
- 1 pannello ed 1 cassetta - vedi testo.

difficile al lettore constatare che trattasi di un modello che seleziona funzioni e portate a mezzo di un commutatore unico, per cui alle due boccole riservate ai puntali, si avranno, volta a volta, possibilità di letture di tensione, corrente o resistenza.

Nell'intento di semplificare quanto più possibile l'assieme, si è seguita, per pervenire alle misure in corrente alternata, una soluzione circuitale non troppo ortodossa: si può vedere infatti, esaminando attentamente lo schema (o, ancora più facilmente, i diversi schemi parziali che seguono) che il complesso a ponte dei rettificatori risulta sempre connesso ai capi dello strumento indicatore nelle letture a corrente continua. Ciò fa sì che, in altre parole, una resistenza di alcune migliaia di ohm sia permanentemente presente in parallelo; in pratica — considerando tale valore nei confronti di quello assai più basso (attorno ai 100 ohm) della bobina mobile che ne risulta « shuntata » — l'effetto che ne consegue è del tutto trascurabile mentre, come si è detto, viene semplificato molto l'assieme delle commutazioni.

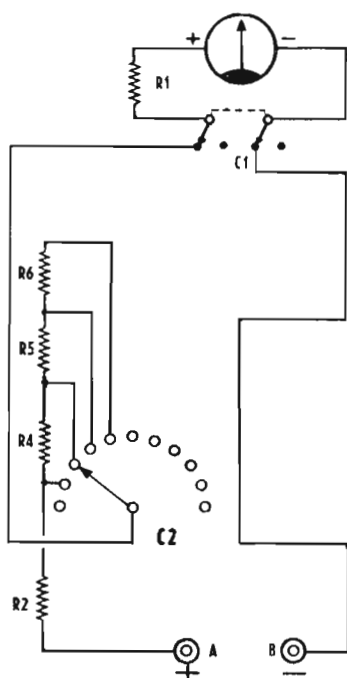
Vogliamo ora riferirci ad un particolare componente, e precisamente ad *R1*. Il compito di questa resistenza consiste nel rendere più facile — per le due portate amperometriche — l'impiego di resistenze di « shunt » così come esse sono reperibili in commercio. Vale a dire, che è più semplice l'adattamento al circuito di qualsiasi strumento da 100 microampère con resistenza interna di 100 ohm o meno. *R1* avrà un valore che sarà eguale a 100 meno il valore di resistenza propria dello strumento. Così, se si disporrà di uno strumento avente una resistenza interna di 60 ohm, *R1* dovrà avere il valore di 40 ohm. La resistenza interna dei diversi strumenti varia col variare della Marca: a questo scopo abbiamo predisposto una tabella, a pagina 186, elencante i valori di resistenza di una gran parte degli strumenti reperibili con facilità sul nostro mercato. Nell'eventualità che il valore che ci interessa fosse sconosciuto si potrà ricorrere, per individuarlo, al sistema illustrato a pagina 199.

Osservando l'elenco del materiale necessario si potrà notare che per la portata di 10 volt a fondo scala, viene indicata una resistenza addizionale (*R2*) di 10.000 ohm. In realtà questo valore dovrebbe essere di 9.900 ohm con uno strumento formante, unitamente ad *R1*, 100 ohm; però ciò comporta una differenza pari solo all'1% e si è preferito allora trascurare questo particolare, essendo in tal modo più facile trovare in commercio una resistenza da 10.000 ohm. Non sarà difficile d'altronde, potendo eseguire una lettura precisa di valori ohmetrici (e qui si rivela l'utilità del nostro ponte di Wheatstone, descritto dettagliatamente alla lezione 21ª) scegliere tra alcuni esemplari correnti da 10.000 ohm, quello che in realtà risulterà di 9.900 ohm, poco più, poco meno.

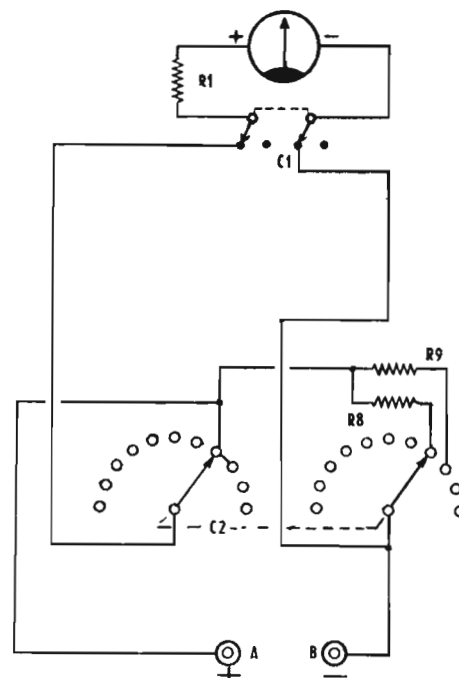
Nella posizione « corrente alternata », selezionata da *C1*, si ha una leggera perdita di precisione, inferiore peraltro al 5% e quindi consentita negli strumenti di questo tipo. Allo scopo di evitare questo inconveniente sarebbe stato necessario complicare il circuito con un sistema di commutazione e con l'impiego di una ulteriore serie di resistenze: ciò, in quanto avrebbe fatto aumentare il costo e le difficoltà di costruzione, è stato — dato le pretese limitate dell'apparecchiatura — di proposito, scartato.

Prima di accingersi alla costruzione sarà opportuno eseguire un esame separato, funzione per funzione, dei diversi collegamenti interessati esclusivamente allo svolgimento di quel dato compito (voltmetro c.c., voltmetro c.a. amperometro, ohmetro). Tale esame sarà facilitato dagli schemi appositi delle **figure** 6, 7, 8 e 9.

VOLTMETRO per TENSIONE CONTINUA

Fig. 6 — Con la sola resistenza addizionale R_2 (10 kohm) la portata è di 10 volt; con R_2+R_4 (100 kohm totali) = 100 volt; con $R_2+R_4+R_5$ (500 kohm totali) = 500 volt; con $R_2+R_4+R_5+R_6$ (5 Mohm totali) = 5.000 volt.

Collegamenti e organi interessati alla funzione di cui sopra. Il commutatore C_1 è in posizione C.C. Il commutatore C_2 seleziona le quattro portate di tensione a fondo scala: nella figura è in posizione di portata 100 volt (le resistenze in serie allo strumento — lato positivo — risultano essere R_2 ed R_4, oltre ad R_1 di cui è detto nel testo). Il lato negativo dello strumento è collegato direttamente alla boccola d'entrata B.

MILLIAMPEROMETRO per CORRENTE CONTINUA

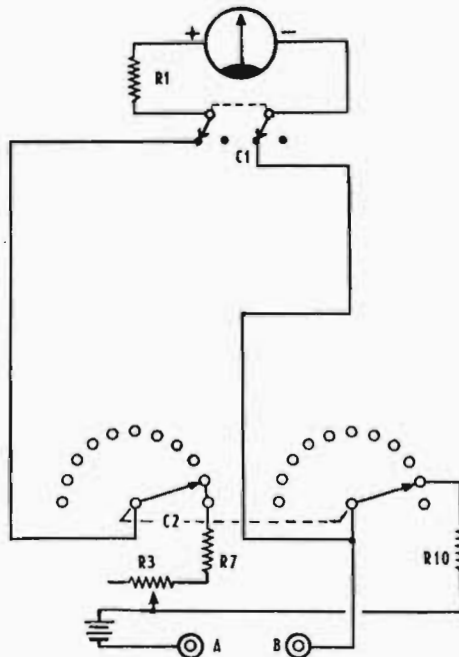
Fig. 8 — La resistenza a filo R_8 presenta un valore di 11 ohm; spostando il commutatore sulla posizione successiva si inserisce R_9 (1 ohm) in luogo di R_8. La portata di lettura della corrente risulta allora di 100 mA fondo scala.

Naturalmente C_1 è in posizione per C.C. Del commutatore C_2 vengono interessate due distinte sezioni: esso è, nel disegno, in posizione di lettura 10 mA a fondo scala. La resistenza « shunt » in funzione è R_8 e si può facilmente osservare che tale resistenza risulta in parallelo alle boccole d'entrata ed allo strumento; per variare la portata, C_2 inserisce un valore più basso.

VOLTMETRO per TENSIONE ALTERNATA

Fig. 7 — I valori delle resistenze addizionali coincidono con quelli già elencati per le misure di tensione continua. Il raddrizzatore a ponte inserito, rettifica entrambe le semionde.

La disposizione, essendo quella a voltmetro, ha logicamente, molta analogia con quella di figura 6. La differenza consiste nell'inserimento in circuito del gruppo raddrizzatore a ponte. Tale inserimento si effettua portando il commutatore C_1 in posizione C.A.: il gruppo, che riceve allora a 2 suoi estremi la tensione alternata, agli altri 2 offre la tensione continua, avviata allo strumento indicatore.

OHMETRO

Fig. 9 — La resistenza variabile, a filo R_3 (1.000 ohm) è quella di azzeramento. R_7 (2.200 ohm) è la resistenza che limita il passaggio di corrente e se presente essa sola (esclusione di R_{10}) la lettura è × 100 (ultima posizione del commutatore).

Sulla base di quanto è stato esposto alla lezione precedente nei riguardi degli ohmetri, risulta che lo schema è quello del tipo cosiddetto « in serie ». Infatti la resistenza incognita, inserita tra A e B, viene a trovarsi in serie al circuito alimentato dalla apposita batteria. Nella portata di cui allo schema (R × 1) la seconda sezione di C_2 inserisce in parallelo una apposita resistenza (portate basse).

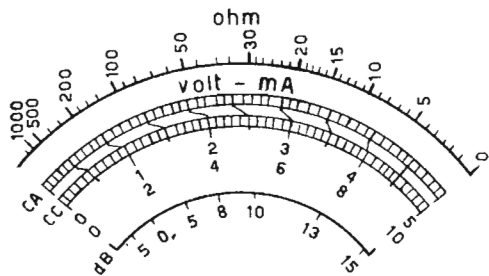



Fig. 10 — Scala che può essere riportata sul milliamperometro.

L'elenco del materiale riportato a fianco dello schema completo di figura 5 permette anzitutto di osservare che trattasi di parti abbastanza facilmente riperibile in commercio: per semplificare il compito del lettore, abbiamo indicato anche la Marca per i componenti un po' particolari. L'elenco, infine, è di aiuto per un rapido controllo circa la disponibilità di tutto il necessario prima di iniziare il montaggio.

Il « tester » praticamente risulta montato tutto su di un pannello. Quest'ultimo può essere sia metallico (ad esempio, di alluminio) che di materiale isolante. Nel primo caso raccomandiamo molto l'isolamento delle parti, specialmente in considerazione della presenza di una portata a 5.000 volt; proprio per questo il nostro suggerimento è quello di preferire un pannellino di bachelite o ebanite, sì da evitare preoccupazioni.

Il pannello, le cui misure sono indicate unitamente a

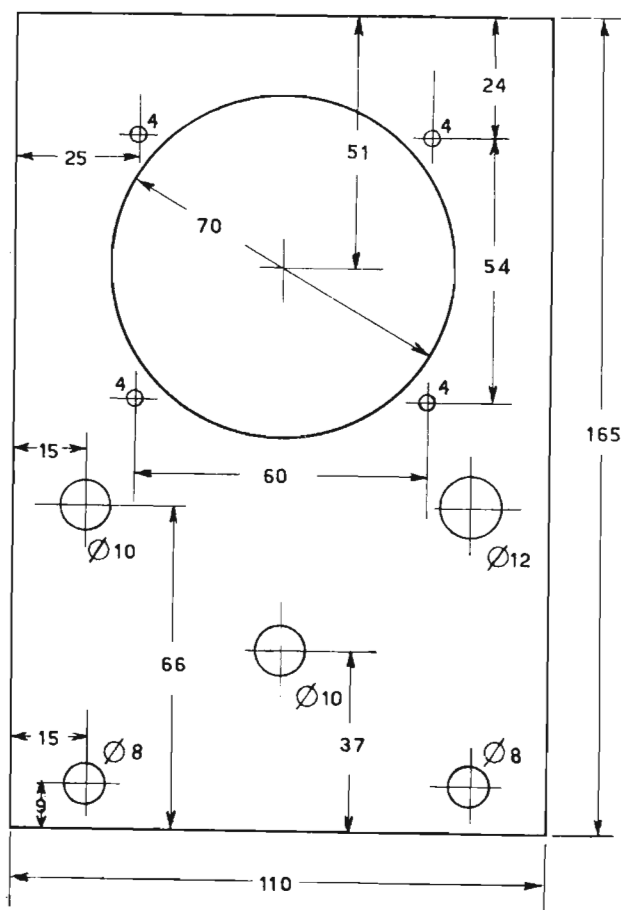



Fig. 11 — Piano di foratura del pannello frontale che supporta tutti gli organi (ad eccezione della batteria) e l'intero montaggio. Le quote sono espresse in millimetri e, naturalmente, sono in dipendenza del tipo di materiale adottato.

tutte le quote di foratura nel disegno quì pubblicato, costituirà il coperchio di una scatola. La scatola potrà essere indifferentemente di materiale isolante (ad esempio, legno) o di metallo: potrà avere una profondità di una diecina di centimetri, tale cioè da far sì che nessun componente tocchi il suo fondo e che, oltre a ciò, due pile a torcia da 1,5 volt trovino posto all'interno.

Nel disegno di foratura non sono indicati i fori relativi a 4 o 6 viti che dovranno servire a chiudere la scatola col coperchio-pannello; la loro posizione, che è pur sempre ai bordi, dipende più che altro dal tipo di scatola adottato.

Eseguita la foratura del pannello si fisseranno su di esso tutte le parti che la foratura prevede (commutatori, R_3, boccole, ecc.). Subito dopo si potrà dare inizio ai collegamenti con contemporanea inserzione delle resistenze e del rettificatore. Il nostro disegno relativo al montaggio sarà di notevole aiuto: è comunque indispensabile avere innanzi anche lo schema elettrico e su di esso segnare i singoli collegamenti mano a mano che vengono eseguiti. È preferibile usare filo semirigido isolato e si può anche impiegare filo rigido, munito di tubetto sterling.

Un criterio utile per l'esecuzione dei collegamenti potrebbe essere quello di effettuare successivamente la serie riguardante una data funzione dell'analizzatore. Ad esempio, si potrà iniziare ponendo in opera solo i conduttori e gli organi che interessano lo strumento come voltmetro per tensioni continue (vale a dire, realizzare solo quanto appare a figura 6). Fatto ciò si potrà provare il funzionamento leggendo qualche tensione nota, ad esempio — sulla portata a 10 volt — quella stessa delle pile (1,5 volt e poi 3 volt, collegandole in serie) che serviranno successivamente per l'uso come ohmetro. Avendo la possibilità di disporre di tensioni c.c. più elevate (note nel loro valore) se ne verificherà la coincidenza con la scala. La tensione di fondo scala di una portata potrà essere osservata poi sulla portata successiva più elevata: se la fonte di tensione non risente del carico dovuto allo strumento (e ciò avviene con alimentatori e batterie) questa rapida verifica servirà tra l'altro a chiarire che tutto sia in ordine. Difetti o valori errati di R_2 - R_1 - R_5 ed R_6 saranno subito messi in evidenza.

Si potrà poi passare al collegamento dei due fili che dal raddrizzatore vanno alle due linguette di C_1 ancora libere: non occorrerà altro al fine di disporre del voltmetro per tensione alternata (figura 7). Con sorgenti di tensione alternata (ad esempio, la rete di illuminazione) si potranno eseguire prove analoghe a quelle citate per la tensione continua.

Inserendo in circuito R_7 ed R_{10} (interessano il settore in basso di C_2) e provvedendo per il collegamento che da boccola + va alle due linguette del commutatore (settore in alto) e da lì al punto di unione tra R_8-R_9, si attua il misuratore di corrente (solo c. continua). Con pochi altri collegamenti infine, e con la saldatura dei due fili flessibili ai poli della batteria, si ottiene l'ohmetro per le due portate previste.

Come abbiamo premesso, questo « tester » rappresenta una soluzione economica per risolvere il problema del possesso di uno strumento utile a misure molteplici. Da

questo punto di vista quindi è logico pensare che, in molti casi, si tratterrà di utilizzare un milliamperometro di cui già il lettore dispone. Ovviamente, si potranno verificare allora differenze di aspetto e di ingombro e per la realizzazione occorrerà provvedere di conseguenza: naturalmente, la portata a fondo scala dovrà essere sempre di 1 milliampère affinchè tutti gli altri valori indicati siano validi. Per meglio adattare al nostro impiego il milliamperometro si potrà utilizzare la scala che riproduciamo appositamente. Si tratterà di smontare dalla custodia lo strumento, incollare opportunamente centrata la nostra scala e racchiudere ancora il tutto. Noi consigliamo in tal caso uno strumento di 80 per 80 mm, delle dimensioni cioè, che sono state previste per utilizzare direttamente la stampa di **figura 10.** Per strumenti più grandi si potrà tentare un ingrandimento fotografico della citata figura ma sarà sempre operazione di esito alquanto incerto.

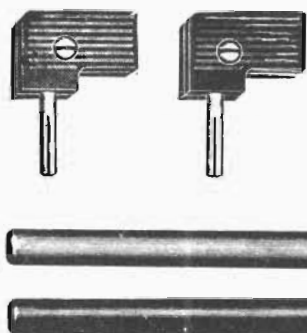



Fig. 12 — A sinistra, due spinotti del tipo classico per strumenti di misura: vanno corredati di cordone (eventualmente colorato) in capo al quale viene posto il rispettivo puntale illustrato sotto.

Fig. 14 e 15 — Il pannello visto frontalmente e dal retro, con disegno delle parti e dei diversi collegamenti relativi.

Adottando uno strumento diverso ed eventuali altri organi, logicamente il disegno di cui a **figura 11** deve essere opportunamente variato.

È assai utile che le due boccole alle quali vanno innestati gli spinotti dei due puntali di lettura siano di diverso colore: meglio ancora, è opportuno sia rossa l'una (positivo) e nera l'altra (negativo).

Il « tester » dovrà essere completato appunto dai due puntali ai quali si è ora fatto cenno, connessi ognuno ad un cordone flessibile (eventualmente anch'esso analogamente colorato) terminante in uno spinotto. Sia gli spinotti che i puntali usuali per impieghi del genere sono illustrati alla **figura 12.**

Il complesso dei diodi raddrizzatori viene fornito, in commercio, già montato nel suo circuito a ponte: un modello per strumenti è quello illustrato a **figura 13.**

È opportuno chiarire qualche particolare in merito

Fig. 13 — Modello di raddrizzatore a ponte per strumenti di misura: a volte ha anche forma rettangolare.

al commutatore C_2. Si tratta di un commutatore a due sezioni: ogni sezione è posta su una propria piastrina e ogni piastrina è collocata su un diverso piano. Ogni sezione presenta una linguetta per il rotore e 11 linguette per altrettanti contatti esterni, però non tutti i contatti

vengono utilizzati. La piastrina posta in alto, ossia verso l'osservatore, guardando il disegno del montaggio, impegna otto contatti: quella sottostante (non visibile nel disegno) ne impegna solo tre (si veda anche lo schema elettrico). Inoltre, si noti che si verificano tre posizioni (la prima e la 6ª e 7ª) per le quali su entrambe le piastrine non si ha alcuna commutazione utile. Lo scopo di ciò è evidente se si osserva il pannello frontale (**figura 14**). Il commutatore deve essere montato in maniera che al suo secondo scatto (il primo è appunto quello inutilizzato) l'indice del bottone corrisponda alla selezione 10 V. Dopo altri tre scatti (100 - 500 - 5.000 V) si incontrano il 6º e 7º ancora a vuoto: per essi non vi è alcuna indicazione sul pannello. Con l'ottavo scatto si indica la portata milliamperometrica di 10 mA, e così via sino all'undicesimo che serve per la seconda portata ohmetrica (R × 100). Con l'accorgimento di cui si è detto si è potuto predisporre le indicazioni di lettura e separare le funzioni in modo razionale ed estetico. Un più completo apporto di quest'ultima dote dipenderà dai gusti del lettore in quanto molte sono le soluzioni per la finitura dell'assieme. Le indicazioni e le diciture possono essere fatte pantografare direttamente sul pannello: possono essere pantografate o scritte su targhette singole, su targa unica, a mano libera, a stampa, ecc. Tutto il pannello può essere verniciato, o fatto verniciare a fuoco, lucido, opaco, a vernice raggrinzante, ecc. Così dicasi della cassettina.

NORME sull'USO dei « TESTER »

Prima di servirsi di un « tester » del commercio per effettuare delle misure, è opportuno leggere con la massima attenzione tutte le istruzioni di uso contenute nel libretto che generalmente viene fornito con lo strumento; tali istruzioni devono essere seguite scrupolosamente. Il pannello frontale, ed in particolare la zona che circonda le boccole di collegamento alle varie portate, deve essere pulito ed asciutto, allo scopo di evitare che le sostanze umide o eventualmente conduttive ivi depositate sotto forma di polvere, possano chiudere parzialmente un circuito esterno tra le boccole stesse, costituendo così una perdita di isolamento che si traduce in un errore di lettura, specie se lo strumento è molto sensibile.

Nell'uso di un « tester » su qualunque sua portata, è necessario osservare la seguente procedura:

Quando esiste una regolazione dello zero, essa deve essere effettuata prima di eseguire qualsiasi lettura ohmetrica, in quanto, negli ohmetri a diverse portate, non è sempre possibile realizzare i circuiti in modo tale che l'azzeramento sia costante per tutte le portate stesse.

Nelle portate volt-amperometriche non esiste, come sappiamo, alcun azzeramento, ad eccezione di quello meccanico che agisce direttamente su una delle spirali antagoniste dell'equipaggio mobile; questa particolare messa a zero va controllata solo di tanto in tanto. È inoltre opportuno rilevare che gli strumenti montati sugli analizzatori di produzione commerciale, devono quasi sempre essere usati in posizione orizzontale.

Nelle portate ohmetriche è invece indispensabile disporre del controllo manuale di azzeramento, di cui si è detto, al fine di compensare le eventuali variazioni di tensione della o delle batterie, variazioni dovute al loro uso o al naturale invecchiamento.

Se l'azzeramento non viene raggiunto mediante l'uso del controllo esterno, è necessario sostituire le batterie, oppure agire sul controllo interno allo strumento stesso, secondo quanto eventualmente specificato nelle istruzioni.

Prima di effettuare qualsiasi misura, sia voltmetrica che amperometrica, adattare lo strumento alla portata più alta, e diminuire poi detta portata fino ad avere una lettura il più possibile prossima al fondo scala destro, tenendo presente che il passaggio da una portata all'altra deve essere sempre effettuato dopo aver staccato dal circuito almeno uno dei puntali.

Ad esempio, se si deve misurare una tensione sconosciuta, in c.c., con uno strumento avente le portate 10, 50, 250, 500 e 1.000 volt, conviene partire dalla portata 1.000 V. ed effettuare la lettura; se essa non è apprezzabile, si prova con la portata immediatamente inferiore, e così via, fino ad avere l'indicazione più facilmente leggibile.

Altrettanto vale per le portate in c.a., nonchè per le portate amperometriche: resta però inteso che, nel caso si sappia a priori l'ordine di grandezza della tensione o della corrente da misurare, detta procedura potrà essere seguita parzialmente e cioè soltanto nel senso che si adatterà lo strumento ad una portata il cui fondo scala sia certamente maggiore del valore da misurare, e ciò ovviamente ad evitare che l'indice venga spostato violentemente oltre il valore massimo della sua deviazione, col pericolo di gravi danni all'equipaggio mobile.

Prima di effettuare letture ohmetriche, assicurarsi che non vi siano differenze di potenziale ai capi di Rx, ossia della resistenza da misurare. Scaricare tutti i condensatori presenti nel circuito in esame, cortocircuitandoli per qualche secondo. Ciò è importante in quanto, qualsiasi tensione esterna che riesca ad introdursi nel circuito dello ohmetro attraverso i puntali, può sommarsi a quella della batteria ivi contenuta danneggiando lo strumento.

I commutatori rotanti presenti sul pannello frontale non sono generalmente a rotazione continua, ossia hanno un punto di arresto sia in senso orario che viceversa: detto punto di arresto deve essere avvertito con la mano, e non si deve tentare di vincerne la resistenza meccanica, onde non danneggiare il commutatore.

Osservare quindi tutte le precauzioni elencate precedentemente, sia per evitare guasti allo strumento, sia per ottenere le misure più esatte.

Il « tester » viene usato nella riparazione e nel collaudo delle apparecchiature elettroniche in qualunque caso occorra un voltmetro, un amperometro, o un milliamperometro od un ohmetro. Il voltmetro e l'amperometro vengono utilizzati col circuito in funzione — ossia sotto tensione — al fine di misurare le correnti o le tensioni, accertarne la presenza o valutarne l'intensità o l'ampiezza. L'ohmetro viene invece impiegato con l'apparecchio spento — ossia senza tensioni, o « a freddo » — per verificare il valore delle resistenze, per controllare le capacità e la loro eventuale perdita di isolamento, nonchè per rintracciare i punti di massa, per verificare la continuità dei circuiti e la eventuale presenza di cortocircuiti.

SIMBOLI - ABBREVIAZIONI

Rx = Resistenza incognita

S = Commutatore

VOM = volt-ohm-milliampèrometro

REG = Regolazione ohmetro (zero)

OHM ADJ. = « ohm Adjustment » = REG

$\overline{\overline{\text{V-mA}}}$ = volt-milliampère in c.c

V∼ = volt in c.a.

Output = Uscita

FORMULE

Per tarare la scala di un ohmetro in serie

$$Rx = Rc \left(\frac{I1 - I2}{I2}\right)$$

nella quale:

Rx = resistenza incognita

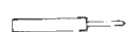
Rc = resistenza totale con puntali cortocircuitati

I1 = corrente totale con puntali cortocircuitati

I2 = corrente ottenuta quando Rx viene collegata in serie

Per tarare la scala di un ohmetro in parallelo

$$Rx = Rm \left(\frac{I1}{I1 - I2}\right)$$

nella quale:

Rx = resistenza incognita

Rm = resistenza interna dello strumento (bobina mobile)

I1 = corrente dell'ohmetro (con Rx esclusa)

I2 = corrente dell'ohmetro (con Rx in circuito)

SEGNI SCHEMATICI

= Puntale per strumento analizzatore

= Boccola da pannello

= Boccola da pannello

= Commutatore a molletta

DOMANDE sulle LEZIONI 25ª e 26ª

N. 1 —
Cosa si intende per « ohmetro »?

N. 2 —
Quale è la differenza tra un ohmetro in serie ed un ohmetro in parallelo?

N. 3 —
Perchè in un ohmetro esistono diverse portate?

N. 4 —
Come è possibile estendere le portate a bassa resistenza di un ohmetro?

N. 5 —
Come è possibile estendere le portate ad alta resistenza di un ohmetro?

N. 6 —
In qual modo vengono interpretate le letture di un ohmetro nelle varie portate?

N. 7 —
Perchè in un ohmetro è necessario effettuare l'azzeramento prima di qualsiasi misura?

N. 8 —
Allorchè si effettua una misura di resistenza in un circuito, quale è la prima precauzione da osservare?

N. 9 —
Perchè i puntali di un ohmetro devono essere sempre isolati tra loro, tranne che durante le misure?

N. 10 —
Cosa si intende per « multimetro »?

N. 11 —
Quanti sistemi esistono per commutare le portate di un multimetro?

N. 12 —
In quali portate è più vantaggioso evitare l'uso di commutatori?

N. 13 —
Se un multimetro ha le portate di 50, 100, 500 e 1.000 volt f.s., su quale portata sarà opportuno leggere una tensione di 300 V?

N. 14 —
Se la tensione o la corrente da misurare sono completamente sconosciute, in quale portata si effettuerà la prima lettura?

N. 15 —
In quale modo è possibile effettuare la misura di una tensione di 1.000 volt, se la portata massima dello strumento è di 500 volt?

N. 16 —
Per quale motivo è indispensabile evitare che, nelle misure, l'indice dello strumento si sposti violentemente verso il fondo scala?

N. 17 —
È possibile misurare l'isolamento con un multimetro?

N. 18 —
Quante e quali sono le misure che un multimetro deve poter consentire?

RISPOSTE alle DOMANDE di Pag. 185

N. 1 — Una corrente che inverte periodicamente la sua direzione, mentre la corrente continua scorre sempre nel medesimo senso.

N. 2 — La corrente continua subisce perdite notevoli se trasportata a lunga distanza. La corrente alternata invece si presta a tale scopo in quanto può essere trasformata.

N. 3 — Oersted scoprì l'elettromagnetismo; Faraday scoprì che un campo magnetico poteva produrre una corrente, ed Henry tradusse in leggi fisiche i relativi princìpi.

N. 4 — L'intensità del campo magnetico e la velocità del conduttore che in esso si muove.

N. 5 — f.e.m. indotta $= B \times l \times v \times \text{Sen-}0 \times 10^{-8}$.

N. 6 — A 90° è massima, a 0° è zero.

N. 7 — Con la regola di Fleming della mano destra.

N. 8 — Esso consta di un campo magnetico prodotto da un magnete (permanente o elettrico), da un avvolgimento che ruota in detto campo grazie ad una forza esterna, e di un collettore dal quale le spazzole prelevano la corrente.

N. 9 — In quanto esprime graficamente le variazioni di ampiezza della tensione o della corrente in funzione dell'angolo di fase.

N. 10 — Mediante la formula seguente:

$$\text{Freq.} = \frac{\text{Numero poli} \times \text{Numero rotaz. al minuto}}{120}$$

N. 11 — Per valore istantaneo si intende il valore corrispondente ad un qualsiasi istante nel tempo. La tensione di picco corrisponde al massimo valore istantàneo. La tensione efficace è il valore corrispondente in corrente continua che produrrebbe la medesima quantità di calore attraverso la medesima resistenza e nel medesimo tempo.

N. 12 — La « fase » è la differenza nel tempo tra qualsiasi punto di un ciclo, e l'inizio del ciclo stesso.

N. 13 — In fase, allorchè i valori massimi, medi e nulli coincidono nel tempo con la medesima polarità. Sfasati allorchè tale condizione manca. Con uno sfasamento di 180° i valori massimi coincidono, ma con polarità opposta.

N. 14 — Gli strumenti a ferro mobile, nelle varie versioni.

N. 15 — Facendo passare la corrente attraverso un rettificatore che la trasformi in continua.

N. 16 — Tre: ad una semionda, a due semionde in controfase, e a due semionde a ponte.

Per le seguenti misure:

VOLT C.C. = 10 - 50 - 250 - 1000 f.s.
VOLT C.A. = 10 - 50 - 250 - 1000 f.s.
MILLIAMPERE C.C. = 1 - 10 - 100 - 1000
OHM = 0 - 20.000; 0 - 200.000; 0 - 2 - MΩ

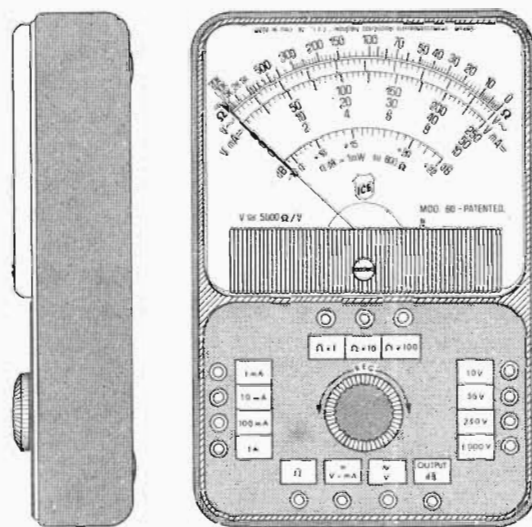



Fig. 1 — Veduta di fianco e frontale del « tester ». L'ingombro, molto limitato, lo rende addirittura « tascabile ». La lunghezza è di 12,6 cm, la larghezza di 8,5 cm e lo spessore di 2,8 cm. Caratteristico è l'ampio quadrante che, unitamente all'assenza della abituale cornice dello strumento, consente chiare e precise letture.

I criteri di progetto di questo apparecchio di misura sono già stati esposti: ripetiamo, a buon conto, che con questo « tester » si vuole offrire al lettore la possibilità di dotare il suo laboratorio di un piccolo complesso che, per modeste siano le mire di un radioamatore, risulta assolutamente indispensabile. Non è concepibile infatti che ci si dedichi alla radiotecnica, sia pure a scopo dilettantistico, senza disporre, ad un certo punto, di un apparecchio di misura delle tensioni, delle correnti e delle resistenze.

Abbiamo illustrato, è vero, già un tipo di realizzazione, ma abbiamo anche fatto presente le notevoli limitazioni che il voltmetro con resistenza di 1.000 ohm per volt presenta in molte contingenze. Salvo casi particolari, allora, è senz'altro consigliabile attrezzarsi con un tipo a resistenza interna più alta, e questo è appunto la differenza principale del modello che qui descriviamo (**figura 1**), nei confronti del citato « tester ».

Un'altra differenza sta nel numero delle portate di corrente e di resistenza, che sono rispettivamente quattro e tre, in contrapposto a due e due. Infine, un'ultima differenza è data dall'aspetto del complesso finito che in questo caso non ha nulla di dilettantistico perchè il montaggio risulta da un assieme di parti tutte appositamente costruite per l'impiego specifico in un apparecchio di misura. Si noti che, pur avendosi dimensioni generali minori, si ha a disposizione — con evidente vantaggio di lettura — una scala assai più ampia, con diciture già predisposte: non è necessario perciò provvedere in merito come avviene con lo strumento precedente.

COSTRUZIONE DI UN ANALIZZATORE O "TESTER" - (5.000 ohm per volt)

MISURATORE D'USCITA - SCALA in dB

VOLTMETRO per TENSIONE CONTINUA

MILLIAMPEROMETRO per CORRENTE CONTINUA

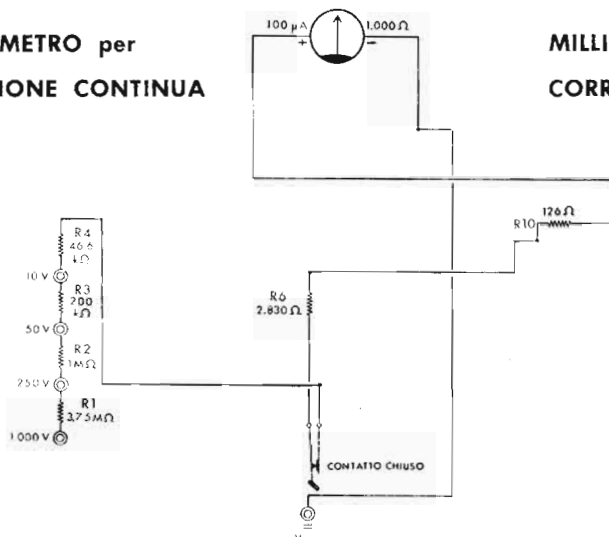



Fig. 2 - Lo spinotto del puntale negativo (nero) va inserito nella boccola collocata in basso che è in diretto collegamento con il morsetto negativo dello strumento. L'inserimento provoca — mediante una molletta isolata — la chiusura di un contatto posto sul conduttore del lato positivo e, come si vede, subito dopo le resistenze addizionali delle diverse portate (R_1 - R_2 - R_3 - R_4). In tal modo lo spinotto assicura la continuità del circuito che interessa. Il secondo spinotto (puntale positivo = rosso) sarà inserito in una delle quattro boccole indicate a sinistra sullo schema, a seconda della portata desiderata.

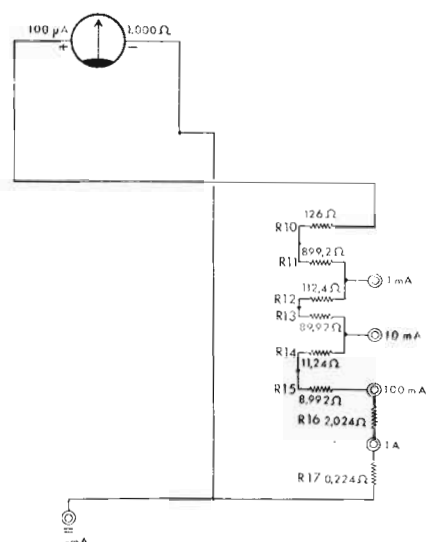



Fig. 4 - La boccola in basso (negativo) è la stessa che serve al « tester » nella predisposizione già illustrata, come voltmetro c. c. Il secondo puntale deve essere inserito (a seconda della portata prescelta) in una delle quattro boccole collocate dal lato opposto a quelle della funzione di voltmetro. Si potrà notare che le resistenze da R_{10} a R_{17} in parte agiscono da « shunt », ed in parte vengono a trovarsi in serie nel circuito di misura, in dipendenza della portata. Il contatto stabilito dalla molletta con l'introduzione in essa dello spinotto (boccola in basso) non ha qui alcuna funzione.

VOLTMETRO per TENSIONE ALTERNATA

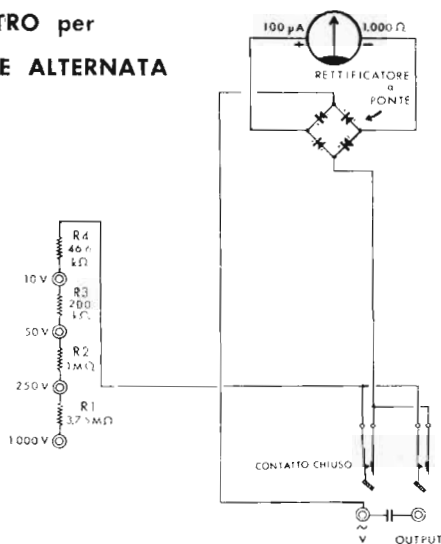



Fig. 3 - Il lato delle resistenze addizionali, con la scelta della portata, rimane identico a quello della posizione già vista per la tensione continua. Viene variata invece la boccola per l'altro puntale (quella in basso): lo spinotto deve essere passato sulla boccola che reca il segno della c. alternata. L'inserimento attua ed assicura contemporaneamente la continuità del circuito interessato. Quanto si è ora esposto vale anche per la boccola « output » (misuratore di uscita) con l'unica differenza dell'interposizione di un condensatore. Al ponte viene avviata la c. a. e da esso si ricava la c. c. per lo strumento.

OHMETRO a TRE PORTATE

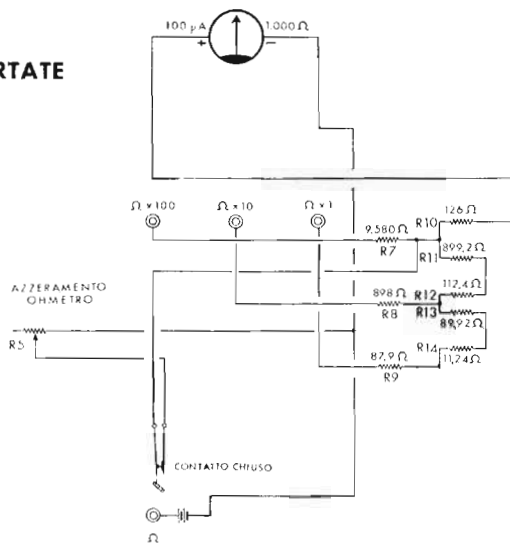
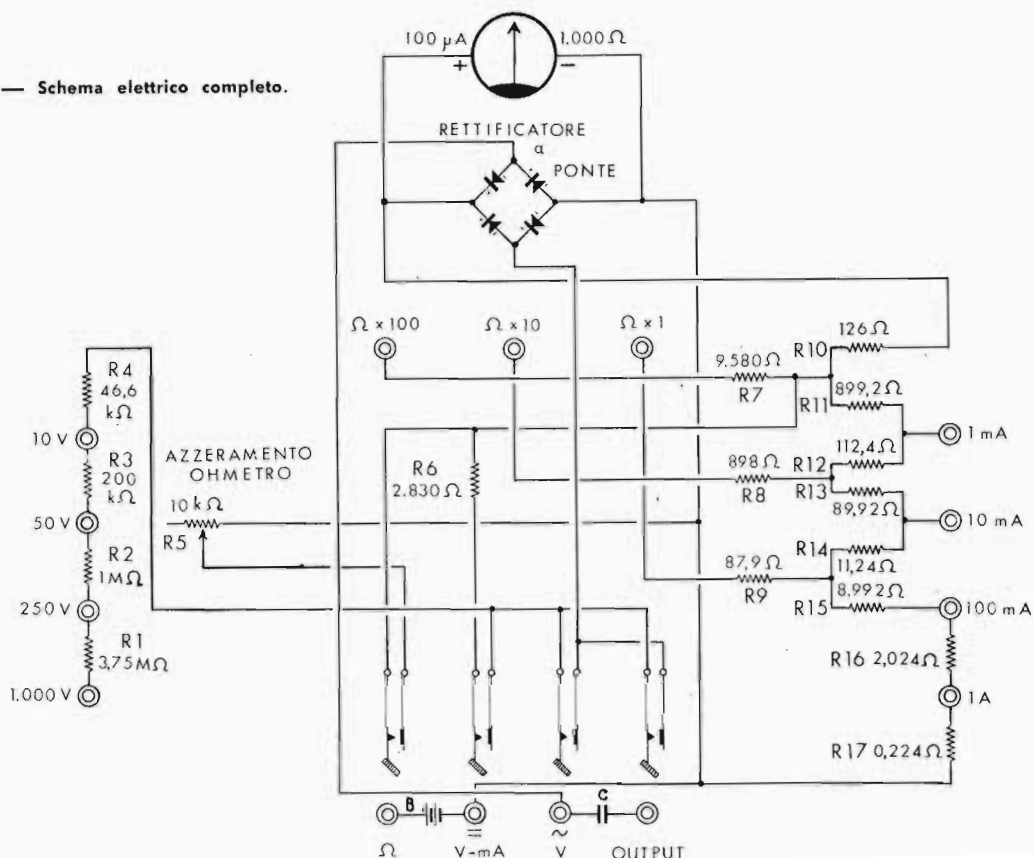



Fig. 5 - Per questa funzione si ha una boccola apposita, per uno spinotto (in comune per le tre portate) in basso, e tre boccole (una per portata) in alto, per l'altro spinotto. Con l'inserimento dello spinotto in basso avviene — mediante il già visto sistema della molletta isolata — la chiusura del circuito interessato. In parallelo allo strumento indicatore resta allora inserito sempre l'assieme R_{10} - R_5 per l'azzeramento. Il circuito ha molta analogia con quello di figura 3 della lezione 25ª (pagina 196): è un tipo di ohmetro in serie (la resistenza incognita viene inserita in serie) con resistenze in parallelo.

Fig. 6 — Schema elettrico completo.

- 1 pannello-supporto in bachelite, munito di mollette, boccole e pagliette di saldatura, strumento (100 μA) e reostato (R5) da 10.000 ohm, con bottone.
- 1 resistenza da 3,75 Megaohm - R1.
- 1 resistenza da 1,0 Megaohm - R2.
- 1 resistenza da 200 kohm - R3.
- 1 resistenza da 46,6 kohm - R4.
- 1 resistenza da 2.830 ohm - R6.
- 1 resistenza da 9,580 ohm - R7.
- 1 resistenza da 898 ohm - R8.
- 1 resistenza da 87,9 ohm - R9.
- 1 resistenza da 126 ohm - R10.
- 1 resistenza da 899,2 ohm - R11.
- 1 resistenza da 112,4 ohm - R12.
- 1 resistenza da 89,92 ohm - R13.
- 1 resistenza da 11,24 ohm - R14.
- 1 resistenza da 8,992 ohm - R15.
- 1 resistenza da 2,024 ohm - R16. avvolta con filo sottile su supporto.
- 1 resistenza da 0,224 ohm - R17. avvolta con filo grosso su supporto.
- 1 condensatore a carta da 50.000 pF - C.
- 1 batteria a secco da 3 volt - B.
- 2 spinotti con cordone e puntali.
- 1 raddrizzatore a ponte per strumenti - Rett.
- 1 scatola custodia (coperchio retro) in materiale plastico elastico, con viti di chiusura. Filo per collegamenti, stagno tubolare preparato, tubetto sterling.
- 1 astuccio in resinpelle, a richiesta.

Accennate le più evidenti differenze con il « tester » a 1.000 ohm per volt, esaminiamo in dettaglio questo nuovo apparecchio. Le **figure 2-3-4** e **5** rappresentano gli schemi interessati alle diverse funzioni: il testo relativo riteniamo possa porre il lettore in grado di comprendere chiaramente lo svolgersi delle funzioni dei singoli organi. Riunendo gli schemi parziali citati — che per facilitare l'identificazione, sono stati disegnati così come risultano nello schema generale — si perviene a quest'ultimo, riportato alla **figura 6.** Aggiungeremo anche che, come è fatto cenno alla figura 2, la predisposizione a voltmetro per tensione alternata è utilizzata, salvo la presenza del condensatore *C* in serie all'apposita boccola, per letture di tensione cosiddette « d'uscita ». Si tratta di un impiego la cui utilità verrà illustrata in seguito, allorchè ci occuperemo di taratura di apparecchi, di comportamento di amplificatori ecc. Possiamo chiarire intanto che lo scopo del condensatore *C* è quello di impedire il passaggio di una eventuale tensione continua che esistesse nel circuito sul quale si dovessero effettuare misure della tensione (alternata) d'uscita. Anche l'utilità e l'impiego della scala in « dB », ossia in « decibel » sarà illustrata allorchè avremo trattato l'argomento, vale a dire spiegato ciò che tale unità di misura intende rappresentare e quando ad essa è opportuno fare ricorso.

Una caratteristica costruttiva subito evidente è l'assenza di qualsiasi commutatore rotante o a leva: ne deriva una semplificazione di montaggio, una maggiore sicurezza di funzionamento, e, in particolare modo, una possibile, e qui attuata riduzione dell'ingombro genera-

le. Basti dire che lo strumento non misura più di 2,8 cm di spessore. È ovvio che, per contro, deve essere spostato sempre almeno uno spinotto (da una boccola all'altra) allorchè si vuole cambiare portata o tipo di lettura: si tratterà perciò di fare l'abitudine a questa tecnica di misura che peraltro ha il vantaggio di far riflettere un momento sul tipo e sull'entità di misura che ci si accinge a compiere.

MONTAGGIO

Le parti vengono fornite in unico assieme, come scatola di montaggio. Il compito del costruttore risulta così enormemente semplificato, e di maggiore garanzia il buon esito finale.

Tutte le mollette di contatto, nonchè le linguette di ancoraggio e saldatura, sono già montate al loro posto sul pannello-supporto di bachelite, così come appare alla **figura 7.** Anche le due molle di contatto per la pila ed il potenziometro di azzeramento (*R5*) risultano installate. A proposito di *R5* diremo che il tipo fornito può essere, per gli aspetti della sua costruzione (dimensioni ridottissime e sicurezza di funzionamento) sintomatico per indicare la cura e lo studio che sono stati posti nel progetto generale; esso è infatti contenuto entro lo stesso bottone di azzeramento!

La figura 7 indica i primi collegamenti da effettuare. Si tratta di quei collegamenti che per la posa di altre parti successive risultano in seguito poco accessibili, sicchè è opportuno siano eseguiti come primi.

Durante il montaggio è indispensabile evitare di piegare o torcere le mollette di contatto che provvedono a trattenere gli spinotti dei puntali allorchè questi vengono inseriti; ciò per non diminuire l'elasticità delle mollette stesse. Quanto detto assume ancora maggiore importanza nei confronti dei contatti abbinati alle boccole inferiori, che predispongono lo strumento alle varie letture a seconda della boccola prescelta. La distanza tra i contatti non deve variare onde non compromettere il funzionamento.

A questo punto dobbiamo richiamare l'attenzione del lettore sulla grande importanza che vengono ad assumere in questa contingenza le saldature. Abbiamo dedicato, a suo tempo, ampio spazio all'esposizione della tecnica di saldatura dei collegamenti ed ai saldatori necessari. Presumiamo che, prima di accingersi a questo montaggio, il lettore abbia eseguito altre saldature: affermiamo, anzi, che ciò è indispensabile. Occorre possedere una buona sicurezza in merito perchè qui l'operazione è assai delicata, tanto che è preferibile, per chi non si sentisse ancora troppo sicuro, ricorrere all'acquisto del « tester » già montato. Il saldatore dovrà essere a punta lunga, curva e sottile, per consentire l'accesso ad alcuni punti non facilmente raggiungibili.

Consigliamo, dopo i collegamenti già indicati alla figura 7, di inserire quelle resistenze che vengono saldate a punti ove già si ancorano i collegamenti eseguiti. Ciò avviene nei confronti di *R4*, ad esempio, alla quale, sulla molletta laterale, dovrà unirsi un terminale di *R3*.

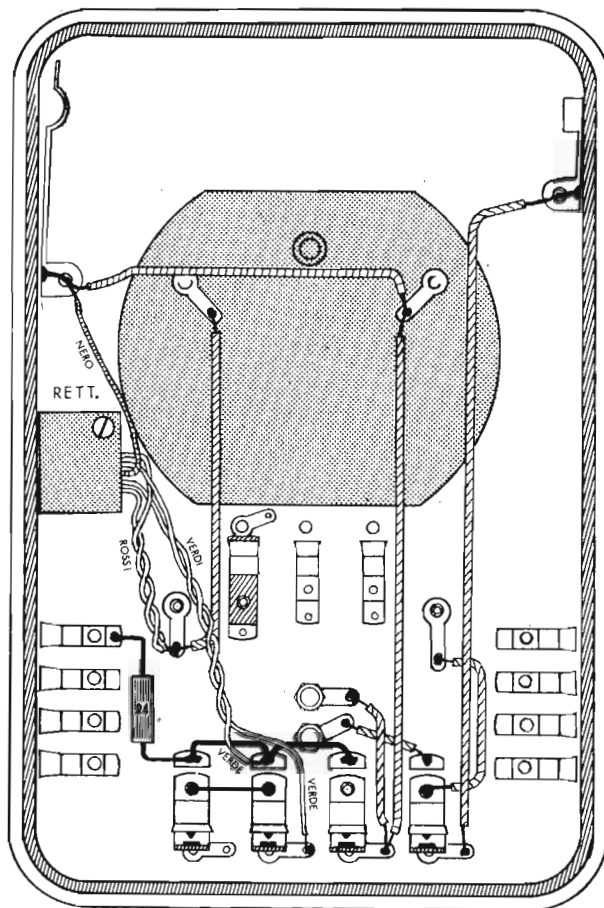



Fig. 7 — Pannello-supporto con mollette e pagliette per saldatura. Sono indicati i primi collegamenti da eseguire.

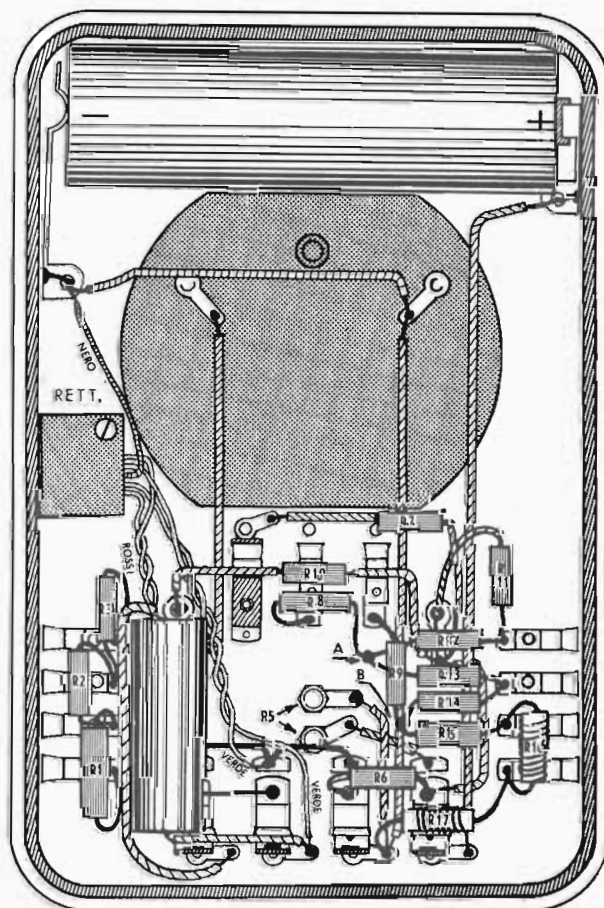



Fig. 8 — Assieme a collegamenti terminati e pila inserita nel suo alloggiamento.

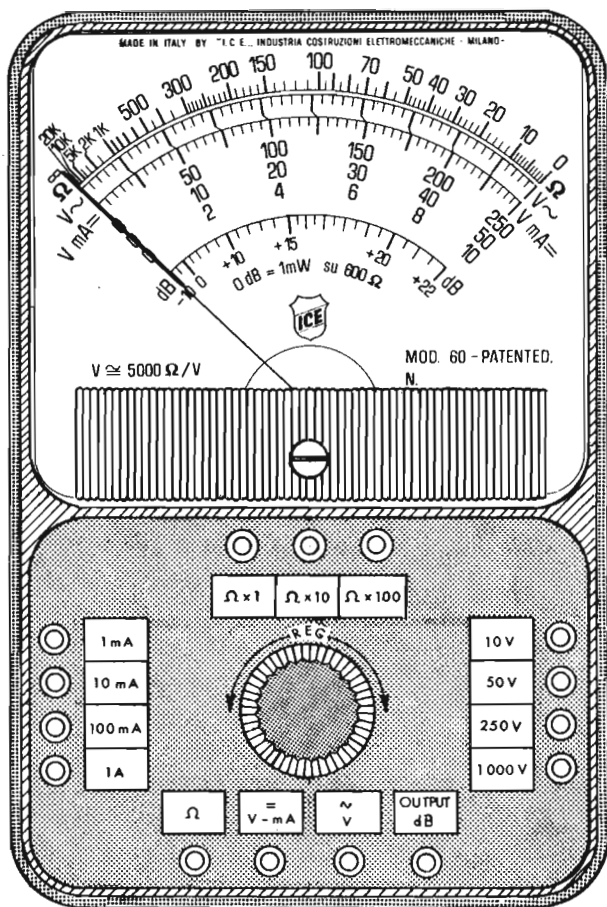



Fig. 9 — Aspetto del « tester », nelle sue dimensioni reali. Il pannello frontale, montato sul supporto di bachelite, è un pezzo unico in materiale plastico molto trasparente (« cristal ») che elimina il classico vetro degli strumenti. Il peso totale è di 280 grammi.

Analogamente, alla paglietta di destra (già connessa ad un conduttore) dovranno ancorarsi ancora *R11*, *R7* ed *R10*.

Particolare cura va posta nel montaggio del rettificatore. I due collegamenti verdi possono essere intercambiati tra loro in quanto costituiscono l'ingresso della corrente alternata. Per contro, i due conduttori rossi, facenti capo al medesimo ancoraggio, costituiscono il punto di uscita positivo, ed il nero è invece il terminale negativo. Detti collegamenti, flessibili ed assai delicati, possono facilmente rompersi implicando la necessità — in tal caso — di sostituire il rettificatore stesso. Sarà dunque bene effettuarne i collegamenti al più presto onde evitare l'inconveniente di cui sopra.

Nel montaggio si hanno due punti di incontro di più terminali di resistenze che non sono ancorati ad alcuna paglietta ma formano un'unione « volante ». Li abbiamo indicati (**figura 8**) con una freccia nel disegno e le lettere « A » e « B ». In « A » si uniscono *R8* con *R13* e con *R12*; in « B » si uniscono *R9* con *R14* e con *R15*.

A parte le citate avvertenze, il lettore potrà seguire un qualsiasi suo criterio nella scelta della successione dei collegamenti: potrà, ad esempio, collocare completamente tutte le resistenze addizionali che riguardano le portate voltmetriche, poi tutte quelle delle portate amperometriche, o viceversa. Ultimo organo da collocare, perchè ingombrante, è il condensatore *C* i cui conduttori vanno saldati (dopo averli ricoperti di tubetto sterling) uno alla prima e l'altro alla seconda (da sinistra) molletta in basso. Sia in figura 7 che in figura 8 i conduttori tratteggiati sono del tipo gommato o sterlingato: quelli neri possono essere del tipo nudo.

Come per tutti i montaggi è necessario avere innanzi a sè, sempre, lo schema elettrico completo, ed è buona norma segnare su di esso i singoli collegamenti, mano a mano che gli stessi risultano eseguiti: si eviterà, in tal modo, di dimenticare qualche unione tra le parti o di collegare le stesse in modo errato. Il piano di montaggio della figura 8 naturalmente sarà di grande aiuto ma, ripetiamo, è sulla scorta della figura 6 che il lavoro deve essere controllato.

Una buona pulizia attorno alle saldature, un esame a chè non vi siano saldature « fredde », gocce di stagno « volanti », o blocchi di stagno troppo voluminosi sulle saldature stesse, sono raccomandazioni sulle quali non è male insistere.

L'apparecchio non richiede alcuna messa a punto perchè non vi sono organi di taratura. Se i collegamenti sono esatti anche il funzionamento lo è. Si potrà subito provare l'assieme come voltmetro per corrente continua con la misura di tensione della batteria di cui si dispone e che non sarà stata ancora collocata tra le sue mollette. Per far ciò si inserisca lo spinotto del « negativo » nella seconda boccola (da sinistra) in basso: tale boccola è quella che, come è noto, può essere definita « comune » in quanto è appunto comune a molte misure del « tester » e da essa lo spinotto va tolto solo per passare alle letture ohmetriche o a quelle in alternata. L'altro spinotto sarà inserito sulla boccola « 10 V »: i due puntali saranno poi posti in contatto con la pila, naturalmente rispettando la polarità. Per chi non lo sapesse, ricordiamo che il fondo della batteria è il polo negativo e il positivo è sempre il cilindretto sporgente. La lettura sarà di 3 volt circa (a metà percorso cioè tra l'indicazione del 2 e quella del 4). Un'altra lettura subito possibile è quella della tensione di rete. Uno spinotto (è indifferente quale esso sia perchè, con la corrente alternata, non si ha individuazione di polarità) va posto nella seconda boccola (da destra) in basso; l'altro nella boccola « 250 V ». Portando i puntali a contatto con le due boccole di una presa « luce » (attenzione a non toccare parti metalliche nè degli spinotti nè dei puntali, ecc.) si leggerà la tensione di rete sulla scala stampata in rosso. Tutto ciò naturalmente non disponendo di altre sorgenti di corrente (alimentatori, ecc.), sorgenti che il neofita in realtà non possiede perche sinora ciò non è stato oggetto di nostre lezioni. È ovvio che col procedere delle lezioni perverremo ad un punto in cui l'impiego del « tester » sarà assai frequente, ed allora si scoprirà quale prezioso strumento esso sia veramente.

Nell'uso del « tester » occorre ricordare le norme che abbiamo riferite a pagina 208: per questo tipo in particolare, va aggiunto che gli spinotti devono essere inseriti sempre « a fondo » nelle boccole. Il perchè è intuitivo: è necessario spesso che essi attuino il contatto (boccole in basso) tra i due elementi della molletta, indipendentemente (dato che i contatti delle mollette sono da essi isolati) dal contatto circuitale che a loro fa capo.

È una rivista a carattere tecnico commerciale che su ognuno dei suoi fascicoli di oltre 100 pagine, tratta — con indirizzo di praticità e accessibilità senza pari — tutti i problemi dell'elettronica.

La Televisione, la tecnica della Bassa Frequenza, con particolare riguardo all'Alta Fedeltà, l'emissione dilettantistica, le misure ed i relativi apparecchi, i transistori, ecc. sono argomenti, praticamente, di ogni numero.

Un'ampia e dettagliata rassegna della produzione nazionale ed estera offre al lettore la possibilità di mantenersi al corrente su ciò che costantemente il mercato presenta di nuovo.

È una rivista ricca di contenuto — ove tutti gli articoli sono accessibili a tutti i lettori — molto illustrata, stampata su ottima carta, razionalmente impaginata.

Ecco perchè RADIO e TELEVISIONE è realmente — da diverso tempo — la rivista del ramo a più alta tiratura in Italia!

Una copia - alle edicole - Lire 300

"RADIO e TELEVISIONE" : la più utile - la più interessante - la più aggiornata - una grande rivista.

4 copie gratuite

Il fascicolo dicembre 1960 (N. 96) ora in vendita alle edicole sarà offerto in omaggio unitamente ai tre fascicoli precedenti (o ad altri da indicare) a coloro che invieranno la quota di abbonamento per i 12 Numeri del 1961: . . . Lire 3060.

Sconto 10 % agli abbonati al "Corso di Radiotecnica": . . Lire 2754.

TESTER ANALIZZATORE Mod. 60 "I.C.E."

BREVETTATO - **Sensibilità c. c. e c. a. = 5.000 ohm per volt**

Il Tester più semplice e più pratico.
Il Tester meno ingombrante con la più ampia scala di lettura.
Il Tester per tutti i radiotecnici ed elettrotecnici.
Il Tester senza commutatori e quindi il più stabile ed il più preciso.
Il Tester con strumento antiurto montato su sospensioni elastiche.
Il Tester dalle innumerevoli prestazioni.
Il Tester più preciso al prezzo più basso, data l'altissima produzione.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Scatola base in speciale materiale plastico infrangibile - Pannello interamente in Cristal antiurto, che permette di sfruttare al massimo l'ampiezza del quadrante di lettura ed elimina completamente le ombre sul quadrante stesso. Eliminazione totale quindi, del vetro, sempre soggetto a facilissime rotture e scheggiature e della relativa cornice in bachelite opaca - Una sola scala per tutte le misure voltmetriche in c.a.; una sola scala per tutte le misure in c.c.; una sola scala per tutte le portate ohmetriche.

22 PORTATE DIFFERENTI !

4 portate milliamperometriche in c.c.:
1 - 10 - 100 e 1000 mA.

4 portate voltmetriche in c. a.:
10 - 50 - 250 e 1000 volt.

4 portate voltmetriche in c. c.:
10 - 50 - 250 e 1000 volt.

4 portate per misure d'uscita:
10 - 50 - 250 e 1000 volt per tutte le frequenze acustiche

3 portate per misure in dB:
da −10 dB a +50 dB.

3 portate ohmetriche:
ohm × 1 = da 0 a 20.000 ohm;
ohm × 10 = da 0 a 200.000 ohm;
ohm × 100 = da 0 a 2 Megaohm.

Misure d'ingombro:
mm 126 x 85 x 28, Extrapiatto!
Peso grammi 280.

A titolo di propaganda si accettano prenotazioni alle seguenti condizioni: (prezzo netto di qualsiasi sconto franco ns. stabilimento) scatola di montaggio come descritta nel presente fascicolo L. 5.950 -

Astuccio per detto, in resinpelle speciale, antiurto ed antimacchia L. 400 -

Tester già montato e completo di astuccio . . . L. 6.950.

——— - Eventuale puntale supplementare per misure di alta tensione fino a 25.000 volt (esempio, per misure di alta tensione su televisori) L. 2.980.

Volendo estendere le portate del suddetto Tester mod. 60 anche per le misure amperometriche in c.a. di: 250 mA; 1 A.; 5 A.; 25 A.; 50 A.; 100 A.; richiedere il trasformatore di corrente mod. 618, del costo di sole L. 3.980.

I. C. E.

INDUSTRIA COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE

VIA RUTILIA, 19/18 - Tel. 531.554 /5/6 - MILANO